

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS  
DE CORDEROS LECHALES EN FUNCIÓN DE  
DIVERSOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

**Memoria presentada por la Licenciada en Veterinaria  
SUSANA VELASCO VILLAR para optar al grado  
de Doctora en Veterinaria**

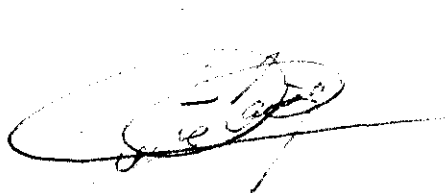
**Madrid, Diciembre de 1.998**

**D. VICENTE CAÑEQUE MARTÍNEZ**, Investigador del Departamento de Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y, **D<sup>a</sup> SARA LAUZURICA GÓMEZ**, Profesora Titular del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid,

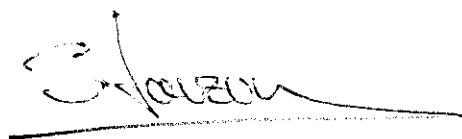
#### **INFORMAN**

Que el trabajo titulado: “Caracterización de los depósitos adiposos de corderos lechales en función de diversos parámetros productivos”, del que es autora la Licenciada en Veterinaria **D<sup>a</sup> SUSANA VELASCO VILLAR**, ha sido realizada bajo nuestra dirección en el Departamento de Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, y reúne todas las condiciones exigidas para su presentación y admisión a trámite para optar al grado de Doctor.

Lo que suscribimos a los efectos oportunos, en Madrid a siete de Diciembre de 1998.



Fdo. Vicente Cañeque Martínez  
Investigador del INIA



Fdo. Sara Lauzurica Gómez  
Profesora Titular de Producción Animal

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.- EL CORDERO LECHAL. LA RAZA TALAVERANA.....</b>	<b>5</b>
1.1.- Definición y Características .....	5
1.2.- Evolución de la Producción.....	5
1.3.- La Raza Talaverana.....	7
<b>2.- COMPOSICIÓN TISULAR.....</b>	<b>9</b>
2.1.- Crecimiento y Desarrollo .....	9
<i>Desarrollo morfológico .....</i>	<i>12</i>
<i>Desarrollo tisular .....</i>	<i>12</i>
<i>Desarrollo del hueso.....</i>	<i>13</i>
<i>Desarrollo del músculo .....</i>	<i>14</i>
<i>Desarrollo de la grasa.....</i>	<i>14</i>
2.2.- Composición en tejidos de la canal.....	18
<b>3.- EL TEJIDO ADIPOSO.....</b>	<b>21</b>
3.1.- Importancia del mismo .....	21
3.1.- Características y distribución de los diferentes depósitos adiposos .....	23
<i>Clases bioquímicas de tejido adiposo .....</i>	<i>25</i>
3.3.- Composición lipídica del tejido adiposo .....	26
<i>Ácidos grasos .....</i>	<i>27</i>
<i>Triacilgliceridos.....</i>	<i>30</i>
<i>Fosfolípidos.....</i>	<i>31</i>
3.4.- Metabolismo lipídico en rumiantes .....	32
<i>Composición en lípidos de los alimentos del prerrumiante .....</i>	<i>32</i>
<i>Digestión pregástrica y gástrica.....</i>	<i>35</i>
<b>4.- FACTORES QUE AFECTAN AL ENGRASAMIENTO DE LA CANAL .....</b>	<b>39</b>
4.1.-Intrinsecos .....	39
<i>Peso vivo .....</i>	<i>39</i>
<i>Peso de la canal .....</i>	<i>40</i>
<i>Edad.....</i>	<i>41</i>
<i>Efectos de la especie .....</i>	<i>43</i>
<i>Velocidad de crecimiento .....</i>	<i>43</i>
<i>Efectos del sexo.....</i>	<i>44</i>
<i>Efectos de la raza y el tipo corporal.....</i>	<i>46</i>
4.2.- Extrínsecos .....	48
<i>Efectos de la nutrición y el manejo.....</i>	<i>48</i>
<b>5.- FACTORES QUE AFECTAN A LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS.....</b>	<b>50</b>
5.1.- Intinsecos.....	51
<i>Edad y peso .....</i>	<i>51</i>
<i>Sexo.....</i>	<i>52</i>
<i>Raza .....</i>	<i>53</i>

<i>Especie</i> .....	54
<i>Posición anatómica</i> .....	57
5.2.- Extrínsecos .....	59
<i>Dieta</i> .....	59
<i>Estación</i> .....	61
<b>III. MATERIAL Y METODOS</b> .....	63
1.- MATERIAL ANIMAL.....	64
1.1.- Animales .....	64
1.2.- Alimentación y Manejo de los animales.....	65
1.3.- Sacrificio de los animales.....	66
2.- MATERIAL Y METODOLOGIA DE LA LECHE.....	67
2.1.- Toma de muestras .....	67
2.2.- Producción y composición química.....	68
2.3.- Análisis de ácidos grasos .....	69
<i>Extracción de la grasa</i> .....	69
<i>Formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos</i> .....	70
<i>Condiciones de la cromatografía de gases</i> .....	70
3.- METODOLOGIA EN LA CANAL .....	72
3.1.- Parámetros de engrasamiento .....	72
<i>Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento</i> .....	72
<i>Evaluación objetiva del estado de engrasamiento</i> .....	72
3.2.- Color de la grasa .....	73
3.3.- Despiece .....	73
4.- DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR.....	74
4.1.- Metodología de la disección .....	75
4.2.- Toma de muestras .....	75
4.3.- Otros parámetros relacionados con la composición tisular .....	76
5.- MATERIAL Y METODOLOGIA DE LOS DEPOSITOS GRASOS .....	77
5.1.- Extracción de los lípidos.....	77
5.2.- Fraccionamiento lipídico por cromatografía en capa fina .....	79
<i>Preparación de las placas y colocación de la muestra</i> .....	79
<i>Desarrollo de la cromatografía</i> .....	79
5.3.- Determinación de los ácidos grasos .....	81
<i>Formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos</i> .....	81
<i>Condiciones de la cromatografía de gases</i> .....	82
6.- METODOS ESTADISTICOS.....	83
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	86
EXPERIENCIA 1ª: SEXO POR PESO DE SACRIFICIO .....	88
1.- PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE .....	88
2.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES.....	91



<b>3.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA .....</b>	<b>96</b>
3.1.- Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento.....	96
3.2.- Evaluación objetiva del estado de engrasamiento.....	97
3.3.- Color de la grasa .....	97
<b>4.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR .....</b>	<b>99</b>
4.1.- Despiece .....	99
4.2.- Composición Tisular del Costillar.....	102
4.3.- Composición Tisular de la Pierna .....	103
4.4.- Composición Tisular de la Canal .....	105
4.5.- Parámetros relacionados con la composición tisular.....	107
<b>5.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS .....</b>	<b>110</b>
5.1.- Extracción de los lípidos.....	110
5.2.- Composición en ácidos grasos .....	112
<i>Grasa subcutánea .....</i>	<i>112</i>
<i>Grasa intermuscular.....</i>	<i>116</i>
<i>Grasa intramuscular.....</i>	<i>119</i>
<i>Grasa pelviorrenal.....</i>	<i>123</i>
5.3.- Fraccionamiento lipídico .....	126
<i>Grasa subcutánea.....</i>	<i>126</i>
<i>Grasa intermuscular.....</i>	<i>127</i>
<i>Grasa intramuscular.....</i>	<i>128</i>
<b>EXPERIENCIA 2ª: SISTEMA DE CRIANZA POR ALIMENTO CONCENTRADO .....</b>	<b>131</b>
<b>1.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES.....</b>	<b>131</b>
<b>2.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA. ....</b>	<b>135</b>
2.1.- Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento.....	135
2.2.- Evaluación objetiva del estado de engrasamiento.....	135
2.3.- Color de la grasa .....	137
<b>3.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR. ....</b>	<b>137</b>
3.1.- Despiece .....	137
3.2.- Composición Tisular de la Pierna .....	139
3.3.- Parámetros relacionados con la Composición Tisular .....	141
<b>4.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS .....</b>	<b>142</b>
4.1.- Extracción de los lípidos.....	142
4.2.- Composición en ácidos grasos .....	144
<i>Grasa subcutánea .....</i>	<i>145</i>
<i>Grasa intermuscular.....</i>	<i>150</i>
<i>Grasa intramuscular.....</i>	<i>154</i>
<i>Grasa pelviorrenal.....</i>	<i>159</i>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>163</b>

<b>EXPERIENCIA 1ª. SEXO POR PESO DE SACRIFICIO .....</b>	<b>162</b>
1.- PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE .....	162
2. CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES .....	165
3.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA .....	167
4.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR .....	169
4.1.- Despiece .....	169
4.2.- Composición Tisular .....	170
4.3.- Correlaciones y Ecuaciones de Predicción .....	174
<i>Grasa Total</i> .....	175
<i>Músculo Total</i> .....	178
<i>Hueso Total</i> .....	180
5.- CALIDAD DE LOS DEPOSITOS ADIPOSOS .....	181
5.1.- Extracción de los lípidos .....	181
5.2.- Composición en ácidos grasos .....	182
5.3.- Fraccionamiento lipídico .....	185
<b>EXPERIENCIA 2ª. SISTEMA DE CRIANZA POR ALIMENTO CONCENTRADO .....</b>	<b>188</b>
1.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES .....	188
2.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA .....	189
3.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR .....	191
3.1.- Despiece .....	191
3.2.- Composición Tisular .....	191
3.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS .....	193
3.1.- Extracción de los lípidos .....	193
3.2.- Composición en ácidos grasos .....	194
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>199</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>201</b>

## ***I. INTRODUCCIÓN***

---

Dentro del ganado ovino, la producción del cordero lechal aumenta constantemente, al aumentar a su vez el nivel de vida, ya que es considerada, en general, como una carne exquisita y de calidad por su fama de producto natural ligado a su sistema de producción, en zonas extensivas libres de pesticidas y de aditivos.

El cordero lechal, se considera siempre un producto natural, aunque es necesario definir claramente las características de éstos animales según su procedencia, raza, peso de sacrificio, sistema de crianza, alimentación, crecimiento y sexo.

En general, el productor ignora el efecto que los factores antes citados pueden tener sobre la calidad de la canal y de la carne, y no trata en ningún momento de conocerlos con el fin de conseguir una mejora en la calidad del producto final, ya que en ningún caso se va a beneficiar de la misma, pues el único criterio para el pago de sus animales es el peso vivo. El consumidor, por otra parte, desconoce también las características de la carne que consume, guiándose exclusivamente a la hora de la compra por el aspecto y coloración de las piezas y en todo caso por la cantidad de grasa que visualmente se aprecia.

En la actualidad, existe un gran desconocimiento de las características de calidad que presentan las canales de lechal de las distintas razas Españolas (proporción de piezas, proporción de músculo y grasa de las distintas piezas, calidad y cantidad de grasa, contenido y composición en ácidos grasos). Existen, además, un gran número de factores ligados al peso de sacrificio, peso al nacimiento, crecimiento, consumo de leche y aporte de otros alimentos, que hacen variar las características antes indicadas.

El criterio de calidad más importante en la clasificación comercial de las canales es el engrasamiento, que a su vez influye en la ternura de la carne. El estado de engrasamiento óptimo es el que compagina la cantidad mínima de grasa para satisfacer los gustos del consumidor, con la cantidad suficiente para asegurar las condiciones de succulencia de la carne y la presentación y conservación de la canal. La grasa de cobertura y su reparto es el principal factor de estimación del estado de engrasamiento de las diferentes piezas de la canal, desde el punto de vista de la apreciación del consumidor.

Con el fin de predecir en matadero de forma fácil las características de la canal, es necesario conocer las relaciones entre aquellos parámetros fáciles de medir en matadero, como son la conformación y engrasamiento visuales, la grasa pélvicorrenal, la grasa dorsal,

y las características de la canal que son de interés para el consumidor, cómo es su proporción de carne y grasa, y que deberían de condicionar el precio de la misma.

Aunque la carne de cordero no es un alimento que se consuma a diario, es interesante, sin embargo, conocer los ácidos grasos que forman parte de sus grasas, así como los factores que contribuyen a variar sus proporciones. Así mismo, serán de interés las relaciones de los ácidos grasos nutritivamente aconsejables, ya que el consumidor está cada vez más interesado en las recomendaciones dietéticas, debido a la alta relación de riesgo de enfermedades cardiovasculares ligadas al consumo de grasas de naturaleza saturada, así como a una baja relación de ácidos grasos polinsaturados  $n6/n3$ .

Otras características de las grasas, son las referentes a su color y textura. En algunos casos pueden aparecer grasas blandas de textura aceitosa, que son comercialmente despreciadas por presentar al corte también una consistencia blanda, al deslizarse entre sí los planos musculares. Este problema puede afectar incluso a las cualidades organolépticas. Numerosos factores ligados a la aparición de grasa blanda han sido puestos en evidencia, especialmente el grado de insaturación elevado de sus ácidos grasos, que va asociado a un elevado contenido en agua.

Aunque una gran parte de los lechales sacrificados, proceden de razas productoras de leche, cuyos corderos son retirados lo antes posible de la madre con el fin de comenzar rápidamente el ordeño, también en las razas de carne es posible y sobre todo en determinadas épocas del año la producción de lechales.

En estas razas de carne, podemos diferenciar dos tipos de lechales, aquellos que son sacrificados a pesos bajos, entre 9 y 12 Kg, y que generalmente no han comenzado todavía a consumir alimentos sólidos, aunque cuanto más se aproximan a los 12 Kg, mayor es el consumo de alimento procedente del que se aporta a la madre, sobre todo cuando éstas reciben toda o parte de la ración en el aprisco. El otro tipo, estaría constituido por aquellos que se sacrifican a un peso mayor, hasta 15 Kg, con el fin de aprovechar al máximo la leche de la madre, y que pueden recibir un pienso complementario, en especial en épocas de sequía en que la producción de leche de la madre es menor, o pueden salir a pastar con las madres, en cuyo caso aunque el consumo de hierba es bajo, las características de ésta, unido a su gran capacidad de movimiento en el campo confieren a sus canales características distintas.

Por todo lo anterior, en el presente trabajo se han estudiado los siguientes objetivos:

- Estudio de las características de la canal y de la grasa de corderos lechales de bajo peso (10 y 12 Kg) de ambos sexos sometidos a un régimen de alimentación exclusivamente lácteo.

- Correlaciones entre los parámetros de engrasamiento de la canal estudiados, y ecuaciones de predicción de la cantidad de grasa, músculo y hueso de la misma.

- Estudio de las características de la canal y de la grasa de corderos sacrificados a un peso elevado (14 Kg) sometidos a dos sistemas de crianza (pastoreo o aprisco) con aporte o no de pienso en cada uno de ellos.

## ***II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA***

---

## **1.- EL CORDERO LECHAL. RAZA TALAVERANA**

### **1.1.- Definición y Características**

El cordero lechal o lechazo procede generalmente de razas de aptitud lechera, como son Churra, Manchega, Castellana, Lacha y Canaria, aunque en algunos casos puede provenir de cualquier otra raza. Recibe como base de la alimentación la leche de su madre, siendo sacrificado con una edad de 25-35 días y un peso vivo entre 8 y 15 Kg, que dependerá del formato de la raza y de la producción lechera de la oveja, no sobrepasando en ningún caso los 8 Kg de peso de canal establecidos mediante la normativa para este tipo comercial (BOE, 30-IX-75).

Cuando la oveja se ordeña el ganadero tenderá a vender el cordero en el límite de peso más bajo posible, lo que además de facilitar su venta permite adelantar el comienzo de su ordeño.

En el caso de razas que no se ordeñan o en épocas del año en que el precio de la leche es bajo, o su producción es escasa por las malas condiciones ambientales, que se traducen en una escasez de pastos, el cordero puede permanecer más tiempo con la madre siempre que no se superen los pesos señalados.

Cuanto mayor sea el peso de sacrificio, mayores posibilidades tiene el cordero de haber comido además de la leche materna otros alimentos, como pueden ser el forraje que reciben las madres, en especial si se aporta a voluntad o pequeñas cantidades del concentrado aportado a la oveja, aunque generalmente este consumo es escaso, al no ser muy importante el aporte y ser consumido muy rápidamente por la oveja. También en algunos casos se aporta un concentrado de iniciación, en lugares especiales a los que sólo tiene acceso el cordero y que se utiliza como complemento de la leche de la madre cuando ésta es escasa o se realiza un ordeño al día (media leche).

### **1.2.- Evolución de la Producción**

En la Tabla II.1 se observa el número de cabezas de cordero lechal sacrificadas desde 1980 hasta la actualidad, así como el peso de la canal que representan y los precios percibidos por los ganaderos para los distintos tipos comerciales.



**Tabla II.1.**  
**Producción de carne de cordero lechal y su evolución desde 1980 (MAPA, 1997)**

Años	Cabezas sacrificadas		Peso de canal total		Precios percibidos (pts/Kg)		
	(miles)	% del total	(Tm)	% del total	Lechal	Recental	Pascual
1980	2.589	18,05	17.344	10,30	292	212	172
1981	2.596	18,19	17.393	10,38	314	225	192
1982	2.748	18,04	18.414	10,30	341	241	201
1983	2.875	18,04	19.265	10,30	342	247	207
1984	2.897	17,98	19.418	10,28	390	284	247
1985	2.952	17,98	19.786	10,28	460	336	291
1986	2.971	17,98	19.918	10,28	516	351	298
1987	3.021	17,24	19.592	9,47	460	343	300
1988	3.520	18,95	22.694	9,47	461	341	295
1989	3.364	18,67	21.785	10,73	505	363	313
1990	3.549	18,67	23.225	10,67	490	349	305
1991	4.594	23,95	30.926	14,62	463	315	273
1992	4.605	23,42	30.842	14,26	457	326	284
1993	4.513	23,40	30.318	14,27	480	326	298
1994	4.730	24,72	32.302	15,42	572	373	348
1995	4.582	23,93	31.484	14,70	585	379	350

Aunque en el período comprendido entre 1980 y 1990, el número de lechales sacrificados se mantuvo próximo al 18% del total y el peso de la canal representó alrededor del 10,2% de los ovinos sacrificados; en el período comprendido entre 1990 y 1995, el número de lechales sacrificados pasó a ser un 24,0%, sacrificándose 4.600.000 animales en el año 1995. El peso de la canal producido aumentó también en el mismo período de 23.225 Tm a 31.500 Tm, pasando a ser de un 10,6% del total de canales producidas de cordero, a un 14,7%.

Los precios también aumentaron de forma significativa entre 1990 y 1995, pasando el del lechal de 490 a 585 pts/Kg de canal, con un aumento del 19%, siendo para el recental este aumento de tan sólo un 8,5% en el mismo período.

Todo lo anterior nos indica que no sólo se ha producido en los últimos años un aumento importante en el número de cabezas de lechal sacrificadas, así como en el peso total de sus canales, sino que al aumentar más su precio del lechal que el de los otros tipos de cordero producidos, cada vez es más importante la remuneración que reciben los productores del mismo, por lo que resulta más interesante el producir este tipo de cordero.

### 1.3.- La Raza Talaverana

La raza Talaverana se encuadra como una raza autóctona de protección especial en el nuevo Catálogo oficial de razas de ganado de España (Real Decreto 1682/1997, BOE de 21 de Noviembre de 1997), siendo anteriormente clasificada como una raza de fomento.

La oveja Talaverana ocupa una zona de transición entre dos razas características como son la Merina y la Manchega, siendo el resultado del cruzamiento entre ambas realizado de forma sistemática a lo largo del tiempo. Ello dió lugar a una raza fijada en el seno de una población mestiza.

Por sus características entra de lleno en el grupo entrefino-fino y aunque su lana fue muy cotizada ha ido perdiendo importancia a favor de la producción cárnica. Ello ha dado lugar a que se realizasen numerosos cruces con el fin de potenciar esta producción, siendo la raza Manchega una de las más utilizadas con el fin de aumentar el rendimiento cárnico y de leche. Estos cruces han hecho que en una amplia zona de implantación de la raza, en especial la próxima a la zona de influencia de la Manchega, haya ido desapareciendo, por lo cual el número de cabezas es actualmente reducido (unas 360.000 de edad superior a un año) (Medina, 1985).

Las características morfológicas de la raza dan lugar a dos variedades de ovino Talaverano, uno de morfotipo cárnico y otro que sin dejar de ser cárnico presenta rasgos lecheros. Ello da lugar a producciones no uniformes en lo referente al tamaño del cordero (Gómez et al., 1995).

La base territorial de la raza Talaverana se extiende en la confluencia de las provincias de Toledo, Cáceres y Avila, especialmente por las comarcas de Talavera de la Reina (de la cual toma su nombre, siendo un núcleo importante de producción y centro de comercialización), la Jara y Torrijos en Toledo, y las de Navalmoral de la Mata y Jaraiz de la Vera en Cáceres. Asentamientos de dicha raza también existen en las comarcas naturales de Campo de Arañuelo y en la Campana de Oropesa.

La raza destaca por su gran rusticidad, que le permite vivir en zonas de elevada temperatura en verano, y en donde períodos de abundantes pastos alternan con otros de gran penuria forrajera. Generalmente vive durante todo el año mediante el pastoreo en dehesas de

encinas, con un sistema de explotación semejante a la Merina, aunque también existe en zonas de cultivo agrícola. El sistema de explotación de Dehesa está ligado generalmente a la existencia de genotipos autóctonos adaptados a los factores limitantes y ecológicos del medio natural, por lo que suelen dar lugar a un producto de calidad, muy apreciado por el consumidor, pero limitados por la estacionalidad de sus producciones, así como por una comercialización deficiente.

La oveja Talaverana únicamente es suplementada en aprisco en momentos críticos como son aquellos en que no existen pastos o en los que es necesario por su estado fisiológico (final de la gestación y en la lactación). Los corderos a veces salen con las madres a pastar, aunque cada vez son más numerosos los ganaderos que crían sus corderos en cebadero.

Tradicionalmente la raza Talaverana producía corderos de unos 25-30 Kg de peso vivo, con una edad entre 5 y 6 meses que eran alimentados a base de hierba, por lo que salían al mercado concentrados en los meses de Abril a Junio. Este sistema ha ido evolucionando con el tiempo, centrándose en la producción de corderos cebados en aprisco, sacrificados a los 3-4 meses con un peso vivo de 24-28 Kg y producidos a lo largo del año, aunque la mayor concentración sea en primavera (Sánchez y Sánchez, 1986). Sin embargo, cada vez se venden más los corderos al destete con 12-15 Kg de peso vivo, ya sea como lechales en algunas épocas del año o con el fin de ser cebados en otras explotaciones, generalmente de fuera de la zona de producción.

También en algunas ocasiones y siempre en épocas favorables (primavera), algunos rebaños de raza Talaverana son sometidos a ordeño durante un corto periodo de tiempo con el fin de producir quesos que son de gran calidad. Cuando el cordero es retirado tempranamente de la madre, el periodo de ordeño puede alargarse e incluso tener lugar en otras épocas del año distintas a la primavera.

Las ovejas son cubiertas por primera vez hacia los 12-14 meses de edad, por lo que el primer parto tiene lugar hacia los 18 meses. La fertilidad es elevada y la prolificidad puede alcanzar el 140%, si bien éstos índices son muy variables según el rebaño, sistemas de explotación y época del año. La orientación hacia la producción de carne ha ido ligada a una intensificación de la reproducción con intervalos entre partos de 8 meses.

En el caso de ovejas con partos dobles, en las 2-3 primeras semanas es capaz de criar ambos corderos, aunque con un crecimiento relativamente bajo, a partir de este momento el crecimiento disminuye prolongándose durante un largo período la permanencia del cordero con la madre, hasta que llega al peso de venta. Esto hace que en general, los pastores no deseen la presencia de partos dobles y tratan de dejar como reproductores a las ovejas que crían simples.

## 2.- COMPOSICIÓN TISULAR

### 2.1. - Crecimiento y Desarrollo

El crecimiento y el desarrollo son dos procesos biológicos que en general han sido estudiados por separado.

El crecimiento es un aumento de peso y de tamaño del animal. Hammond (1966) lo define como el aumento de peso hasta que se alcanza el tamaño adulto. Para Carlson (1972) el crecimiento animal presupone un aumento correlativo de la masa orgánica total, procedente de un incremento del tamaño de los tejidos y órganos individuales. Graham (1982) lo define desde un punto de vista fundamentalmente bioquímico, como el predominio de la síntesis proteica sobre la degradación en casi todos los tejidos orgánicos simultáneamente, representando la diferencia entre lo que se construye (anabolismo) y lo que se destruye (catabolismo).

El crecimiento ponderal es un concepto cuantitativo que se mide por el aumento de peso del organismo en función del tiempo (edad). Se representa mediante una curva sigmoidea cuya ecuación sería  $P = P_0 e^{kt}$ , en donde P es el peso, t el tiempo y  $P_0$  el peso al nacimiento. Existen dos periodos en la curva de crecimiento:

- Una fase de aceleración en que la velocidad de crecimiento es proporcional al peso vivo y que se prolonga hasta el punto de inflexión de la curva, en el cual la velocidad de crecimiento es máxima y se corresponde con la pubertad del animal.
- Una fase de crecimiento decelerado en que la velocidad de crecimiento disminuye a medida que el peso aumenta y que se anula cuando se alcanza el peso adulto.

La curva sigmoidea representa el crecimiento total del individuo, o sea, desde el momento

de la concepción. Si consideramos únicamente el crecimiento posnatal, éste es lineal en las 10 primeras semanas de vida; luego decrece el ritmo, dando lugar a una curva con tendencia a la horizontal.

En las primeras semanas de vida el crecimiento del cordero estará ligado a su consumo de leche, existiendo una elevada correlación (0.75 - 0.80) entre ambos parámetros (Ricordeau y Boccard, 1964). En las 3-4 primeras semanas la totalidad de la energía ingerida por el cordero procede de la leche, posteriormente la alimentación complementaria aporta parte de esta energía, llegando a constituir a las cinco semanas hasta un 20-25% del total.

El principal factor que influye en el crecimiento del cordero durante la lactancia es, no obstante, el tamaño de la camada, que afecta tanto al peso al nacimiento como al consumo de leche. Así Dolz et al. (1989) encontraron unas diferencias en el peso al nacimiento en corderos de raza Manchega, de un 20% entre machos simples y dobles y de un 13% entre hembras. El crecimiento hasta el destete, que se realizó a los 38 días fue un 30% (335 g/día vs. 228 g/día) y un 20% (268 g/día vs. 213 g/día) superior para los corderos simples, machos y hembras respectivamente, en comparación con los dobles.

En lo relativo al desarrollo, las definiciones son coincidentes. Hammond (1966) señala que es "la modificación de la conformación corporal del animal en tanto que sus diversas funciones y facultades alcanzan la plenitud". Butterfield (1988) lo define como cambios en la forma y en las proporciones corporales asociados con el crecimiento.

Hammond (1932) y Boccard y Dumont (1960 b) realizaron observaciones sistemáticas que han permitido deducir las principales leyes del desarrollo corporal. El de los distintos tejidos no está ligado linealmente con el organismo entero sino que, expresado gráficamente adopta la forma de una curva potencial obtenida a partir de la ecuación alométrica definida por Huxley (1932):

$$y = ax^b$$

donde:  $y$  = peso del órgano o tejido en estudio

$a$  = una constante

$x$  = peso vivo

$b$  = coeficiente de alometría

El coeficiente de alometría es la relación entre la velocidad relativa de crecimiento de un

órgano o tejido, respecto de la del resto del cuerpo, y se utiliza para medir el aumento relativo del mismo, no teniendo por que ser constante a lo largo de la vida de un organismo.

Los tejidos que han alcanzado una mayor proporción de su peso maduro en el período prenatal que el organismo o que después del nacimiento aumentan su peso relativamente más despacio que el peso vivo, se denominan precoces (de madurez temprana) y presentan un valor de  $b$  inferior a 1, si ocurre a la inversa se denominan tardíos (Black, 1983).

Con objeto de comprender los fenómenos relacionados con el crecimiento y el desarrollo es preciso, ante todo, definir el concepto de peso adulto (o peso alcanzado en la madurez). Taylor (1985) resumió del siguiente modo este concepto: Es el peso corporal de un animal adulto que ha crecido normalmente, es esqueléticamente maduro y posee una actividad normal, manteniéndose en un estado de equilibrio de su peso corporal, con una ración normalizada, en un entorno termoestable, libre de enfermedades y con una grasa química corporal del 20%. Thompson et al. (1985) señalan que se ha alcanzado la madurez cuando el animal ha dejado de crecer.

El índice de madurez lo podemos definir como la relación entre el peso del animal en un momento dado de su vida y su peso adulto, presenta una gran importancia, ya que según el grado de madurez del animal su composición en tejidos variará.

Todo animal tiene un objetivo de peso corporal adulto al cual espera llegar a una cierta edad, existiendo para cada raza un grado de madurez en el que el animal presentaría una composición corporal acorde con las exigencias del mercado (Croston et al., 1987).

Para un mismo peso de sacrificio, los corderos pertenecientes a razas de gran formato adulto han alcanzado menor grado de madurez y contienen en su canal menos grasa y más músculo y hueso que los corderos de razas pequeñas (Black, 1983).

Hay también diferencias importantes entre sexos en el índice de madurez. Las hembras maduran a pesos anteriores que los machos. Según Hammond (1932) y Boccard et al. (1976), el desarrollo de los tejidos de la canal es función del sexo, ya que el desarrollo muscular es mayor en el macho que en la hembra, mientras que la proporción relativa de músculo/hueso es superior en las hembras por presentar los machos mayor desarrollo óseo.

Las diferencias observadas entre razas en la composición de la canal están relacionadas con las diferencias en el peso corporal adulto objetivo y el índice de madurez, pero las razas también difieren en la relación músculo/hueso, el cual se refleja en diferencias en el contenido

magro de la canal al mismo nivel de engrasamiento. La relación músculo/hueso está poco afectado por las diferencias en el grado de madurez y las razas tienen valores característicos sobre un amplio rango de engrasamiento.

### *Desarrollo morfológico*

Hammond (1932) fue el que estableció los principios del crecimiento relativo señalando que existen cuatro fases de desarrollo postnatal:

- En la primera se produce un crecimiento rápido de la cabeza, cuello y extremidades; éstas regiones son relativamente más largas que el tronco, ya que en este período, los incrementos de peso se producen sobre todo a partir del hueso.

- La segunda fase supone cambios en la conformación corporal, con un aumento relativo de la longitud.

- En la tercera fase se produce un ensanchamiento general del organismo, comenzando la deposición de grasa. En el ovino esta fase se inicia a los 3-4 meses de la vida.

- La cuarta fase supone una concentración del crecimiento en el lomo y masas musculares de las extremidades, junto con un aumento generalizado de la anchura y profundidad del organismo.

Por lo tanto, a medida que crece el cordero, la proporción de las regiones de mayor precio, tales como el lomo, aumenta en relación con las de menor valor, como la cabeza, el cuello y la parte distal de las extremidades (Hammond, 1966).

El orden de desarrollo sigue, fundamentalmente, el curso del orden de su utilización. Al nacimiento, el cordero posee una gran cabeza, largas patas y órganos sensoriales bien desarrollados. La musculatura debe adaptarse, de la relativa inercia de la vida intrauterina a una mayor actividad en el medio externo, ya que al nacimiento el cordero debe ser capaz de tenerse en pie, caminar y mamar (Butterfield, 1988). El rumen se desarrolla más precózmamente que el cordero lechal en conjunto, y es un ejemplo de que el mayor desarrollo de un órgano de bajo valor final puede influir en el valor de la totalidad del animal.

### *Desarrollo tisular*

En general la velocidad de crecimiento de los tejidos aumenta hasta alcanzar un máximo

a partir del cual comienza a descender hasta que se anula al llegar a la madurez. Esta velocidad de crecimiento varía dentro de un mismo tejido y entre tejidos distintos (Hammond, 1966).

A cada uno de los tejidos le corresponde un esquema similar y un orden de precocidad concreto, acabando su desarrollo antes el tejido nervioso después el óseo, a continuación el muscular y por último el adiposo. Dentro de este último, Pálsson y Verges (1952a) encontraron que el depósito perirrenal es precoz, el intramuscular tardío y el intermuscular y subcutáneo intermedios.

Wood et al. (1980) señalan que el crecimiento relativo de los tejidos tenía lugar en el siguiente orden: hueso, músculo, grasa intermuscular, grasa pelvicorrenal, grasa epiploica y subcutánea. También observaron que las razas mejoradas poseen mayor cantidad de grasa subcutánea, mientras que las no mejoradas poseen mayor cantidad de grasa pelvicorrenal y omental.

#### *Desarrollo del hueso*

El tejido óseo es el componente de la canal que se desarrolla más temprano, puesto que en la etapa prenatal debe de tener un crecimiento suficiente para que sea funcional después del nacimiento y sea capaz de soportar los órganos, aparatos y tejidos necesarios para la supervivencia del animal.

Diversos autores (Kempster et al., 1977 b; Thompson et al., 1979 b) señalan que el modelo de desarrollo del hueso es antero-posterior y disto-proximal lo que significa que los huesos de las extremidades son de madurez temprana, siendo más precoces los de los miembros anteriores (Butterfield, 1988). Los huesos del esqueleto axial, son en cambio los últimos en desarrollarse.

El desarrollo del esqueleto se ve afectado por el sexo, los huesos de los miembros anteriores pesan un 2,8% más en los machos que en las hembras (Thompson et al., 1979 b). También estos autores señalan que los huesos de la pelvis son 1,9% mayores en las hembras que en los machos.

Según Hammond (1966), los huesos de las razas mejoradas para la producción de carne, son mas cortos y relativamente más gruesos que los de las razas no mejoradas. En las extremidades, ésto da lugar a una pierna más corta con una mayor proporción de carne recubriéndola.



### *Desarrollo del músculo*

La velocidad de crecimiento muscular depende siempre del nivel de consumo de energía cualquiera que sea la fase de desarrollo. El patrón de madurez de los músculos, difiere poco del patrón del peso vivo, siendo uno de los pocos casos en que la comparación a igual grado de madurez o a igual peso vivo proporciona datos similares. Sólo en fases avanzadas del cebo disminuye la proporción de músculo con relación al peso vivo (Butterfield, 1988)

Los músculos presentan un modelo de desarrollo disto-proximal, es decir, los de las extremidades son los más precoces, después los del tronco, cuello y abdomen y por último los espinales. Butterfield et al. (1983 b) encontraron que después del nacimiento los músculos de la pierna crecen a más velocidad que el resto de la musculatura, confirmando lo afirmado por Lohse et al. (1971). Lohse (1973) señala que los del cuello y torax son isométricos respecto a la musculatura total.

Butterfield et al. (1983 b) encontraron que los músculos de la pared abdominal presentan isometría después del destete en corderos cebados con pienso compuesto ad libitum, mientras que Lohse (1971) indica que en los animales criados en pastoreo el abdomen se desarrolló más deprisa. Butterfield (1988) señala que los músculos del tronco presentan alometría negativa, mientras que los espinales son precoces frente a la musculatura total. Lohse et al. (1971), observaron que este grupo muscular presenta alometría positiva después del nacimiento y más tarde isometría.

En los animales de formato grande (Butterfield et al., 1983 b) se aprecia una mayor proporción de músculos precoces y una menor de músculos tardíos respecto del músculo total, que en los animales de formato pequeño. Cuando las comparaciones se hacen para una igual proporción de madurez las diferencias se reducen (Berg et al., 1978 a) pudiendo ser atribuidas a diferencias en el peso adulto.

### *Desarrollo de la grasa*

El estudio del desarrollo de la grasa, presenta una gran importancia ya que las proporciones de cada depósito afectan al valor comercial de la canal. Así los principales sistemas de clasificación de canales utilizan mediciones sobre el tejido adiposo y los programas de selección genética están basados en la disminución de la importancia de la

grasa. El contenido corporal en grasa es la característica más variable de la composición del cordero y para un peso constante de éste está influido notablemente tanto por el genotipo de la oveja como por la nutrición (Presscott, 1982).

La grasa se distribuye por todo el organismo, destacando los siguientes acúmulos grasos: grasa subcutánea (recubre la parte externa de la canal), grasa perirrenal (recubre los riñones), pélvica (está contenida en la cavidad pelviana), intermuscular (se encuentra separando los distintos músculos, intramuscular (se encuentra infiltrada en los músculos) y mesentérica y omental (rodeando el aparato digestivo).

Los tejidos adiposos presentan una alometría de desarrollo positiva con relación al organismo. Así los coeficientes de alometría son superiores a la unidad, por lo que el estado de engrasamiento de la canal del cordero aumenta con la edad. La alometría positiva se acentúa además con la edad de los animales (Robelin et al. 1977, Thériez et al. 1981).

En el engrasamiento del animal no existe una homogeneidad cuantitativa ni simultánea, del desarrollo de los diferentes depósitos grasos (Kempster, 1981). Mientras que la deposición de grasa se incrementa con la edad del animal, los depósitos individuales difieren en el tiempo de comienzo de la acumulación de lípidos durante el crecimiento y el desarrollo (Boggs y Merkel, 1990). Así, Jones (1982) señala que el depósito graso intermuscular es el de desarrollo más precoz, seguido del pelvicorrenal, siendo el subcutáneo el de desarrollo más tardío. El depósito omental se desarrolla más tardíamente que el pelvicorrenal, pero más precózmamente que el subcutáneo (Wood et al., 1980).

La grasa intramuscular es un depósito graso de desarrollo tardío y en los animales jóvenes, los lípidos intramusculares están formados principalmente por los fosfolípidos asociados a las membranas celulares presentes en el tejido muscular. La deposición de triacilglicérols en la grasa intramuscular, conocida como "marmorización", generalmente empieza después del comienzo de la deposición graso en los otros depósitos del cuerpo animal, debido a que las células grasas intramusculares tienen una inferior capacidad para la síntesis *de novo* de ácidos grasos (Mourot et al., 1995) y de captar ácidos grasos de los triglicéridos circulantes por medio de la actividad de la lipoproteína lipasa (Henry, 1977). Consecuentemente, éstas células adiposas son más pequeñas en tamaño que las de los otros tejidos adiposos (Hausser et al., 1997).

El tejido adiposo subcutáneo tiene la mayor actividad de síntesis en los animales maduros

cuando se compara con los jóvenes (Ingle et al., 1972), lo que demuestra su desarrollo tardío. Pothoven y Beitz (1973) también señalan que la capacidad lipogénica del tejido adiposo subcutáneo (expresado sobre el peso del tejido) se incrementa linealmente con el peso del animal. Además, la grasa subcutánea es dentro de los diferentes depósitos grasos la que se moviliza más activamente cuando se producen variaciones del estado fisiológico del animal (Butler-Hogg, 1984; Butler-Hogg et al., 1985).

El crecimiento relativo de la grasa subcutánea sigue un modelo disto-proximal, siendo la grasa del costillar la de desarrollo más tardío (Diestre, 1985). Los depósitos grasos del epiplon se desarrollan tardíamente, probablemente ello tiene relación con el desarrollo del rumen (Prud'hon, 1976).

Vézinhet y Proud'hon (1975) en corderos de raza Merino d'Arles señalan que la grasa subcutánea no existe casi al nacimiento, creciendo rápidamente después de este, la pelviorrenal es importante al nacimiento pero disminuye posteriormente en importancia relativa por su bajo crecimiento posterior, las diferencias entre sexos se observaron primeramente en la grasa perirrenal y la pélvica y posteriormente en la omental. Los coeficientes de alometría encontrados por estos autores para las distintas grasas fueron los siguientes:

- grasa intermuscular:  $b = 1$
- grasa omental:  $b > 1$
- grasa pelviana:  $b < 1$
- grasa subcutánea  $b > 1$ , posteriormente pasa a  $b = 1$
- grasa renal y mesentérica:  $b < 1$ , luego  $b = 1$

Cuthbertson (1978) encontró en cambio que en el ganado ovino la grasa intermuscular era la primera en depositarse ( $b < 1$ ), la pelviorrenal se depositaba a un ritmo algo superior al de la grasa total (al principio  $b = 1$  y más tarde  $b > 1$ ) y la grasa subcutánea era la que se depositaba más tardíamente ( $b > 1$ ). Esto se corresponde con lo señalado con Jones (1982) quien encontró unos coeficientes de alometría de 1.23, 0.74, 1.05 y 0.83 para las grasas subcutánea, intermuscular, pelviorrenal y cavitaria, respectivamente.

Benevent (1971) señala que al nacimiento el tejido adiposo representa un 2% del peso vivo del animal y que su desarrollo se produce entre los 50 y 100 días de vida. La grasa mesentérica

presenta un crecimiento constante así como la intermuscular, la pelviorrenal disminuye su crecimiento en los 25 primeros días de vida y la subcutánea por el contrario aumenta su crecimiento en este período. Según el mismo autor, las grasas de depósito son las más precoces (al principio presentan alometría negativa y más tarde isometría) mientras que la subcutánea es la más tardía (primero presenta alometría positiva y luego isometría). La grasa intermuscular es isométrica con respecto a la grasa total.

Otros autores en cambio ponen de manifiesto que el depósito intermuscular es precoz respecto al pelviorrenal o que éste último presenta una tasa elevada de crecimiento en etapas tardías (Wood et al., 1980; Diestre, 1985; Jones et al., 1983), aunque estos estudios se han desarrollado sobre razas rústicas. La alimentación tiene una importante función, puesto que cuando la ingesta es baja, la tasa de desarrollo de la grasa pelviorrenal es menor que la correspondiente a la intermuscular (Murray y Slezacek, 1976). Respecto de la grasa intramuscular se considera en los trabajos clásicos como la más tardía, aunque Little y Sandland (1975) señalan que la contribución de la grasa intramuscular a la total de la canal, va siendo menor cuando el estado de engrasamiento avanza.

Por otra parte, el grado de hipertrofia e hiperplasia varía de unos depósitos a otros. Broad et al. (1980 a) vieron que entre los 120 días de desarrollo fetal y los 5 años de edad, la intensidad de la hipertrofia de los adipocitos era similar en los depósitos pelviorrenal, intermuscular y subcutáneo, pero no así la duración de la misma, finalizando más tempranamente en el depósito intermuscular que en los depósitos subcutáneo y pelviorrenal (Haugebak et al., 1974). En cuanto a la hiperplasia, Nougues y Vézinhel (1977) señalaron que entre los 10 y 250 días de edad, aumenta el número de adipocitos 2.5 veces en los depósitos omental e intermucular y 3.7 veces en el subcutáneo.

Hay poca información sobre el crecimiento relativo de los depósitos grasos en diferentes regiones de la canal y de los diferentes factores que lo influyen. Hammond (1932) ya indicó un modelo gradiente del crecimiento de la deposición grasa similar a la del músculo, es decir, gradientes de crecimiento de los miembros distales convergiendo en la región abdominal. Así Kempster et al. (1976 b) y Berg et al. (1978) mostraron en ganado vacuno bajos coeficientes de crecimiento en las piezas de los miembros distales, los cuales se incrementaban centripetamente sobre los miembros y más hacia el área del costillar y el lomo. Resultados similares encontraron

para porcino y ovino en los estudios de MLC (Kempster y Evans, 1979).

## 2.2.- Composición en tejidos de la canal

El valor carnicero de la canal viene dado por su proporción en tejidos óseo, muscular y adiposo. En la especie ovina, ésta composición merece un interés particular, puesto que los tres tejidos de que se compone le llegan indiscriminadamente al consumidor y los tres se pagan, por tanto, al mismo precio, regulándose únicamente éste por la pieza en la que se ubiquen (Sañudo y Sierra, 1986).

Entre canales de similar peso, el porcentaje formado de cada tejido varía considerablemente dependiendo de la raza y del índice de crecimiento. La proporción de carne magra en la canal es el más importante, puesto que es el primer determinante del rendimiento y del valor comercial. La cantidad de magro es el criterio por el cual la mayoría de los consumidores juzgan la calidad y el valor económico. Tomando esto como una idea generalizada, Sañudo y Sierra (1986) mencionan que la canal con una composición óptima sería aquella que tuviera el mayor porcentaje posible de piezas de primera categoría, junto con la mayor cantidad posible de músculo, la mínima de hueso y la adecuada de grasa para darle a la carne una sapidez idónea.

Todo lo anterior significa tener en cuenta las relaciones músculo/hueso y grasa subcutánea/grasa intermuscular, ya que el mercado requiere un mínimo de grasa de cobertura, necesaria para minimizar las pérdidas de humedad de la canal y protegerla de la desecación y de las contaminaciones bacterianas que pudiera sufrir en la cámara frigorífica (Cuthbertson y Kempster, 1979).

Existen creencias evidentes de que el engrasamiento contribuye significativamente a mejorar la calidad comestible de la carne magra si está presente a un nivel mínimo. Por otra parte, se ha ido incrementando también la demanda del consumidor hacia la carne magra, estimulado por el deseo de la delgadez y por el miedo a la posible relación entre la grasa animal saturada y los problemas cardiovasculares.

La producción de carne más magra también se hace sentir desde el punto de vista de la eficiencia de la producción, porque para producir un peso determinado de grasa se usan cuatro o cinco veces más energía que para el mismo peso de magro, incrementando los costes de producción. La necesidad de una mayor eficiencia contribuye también a la tendencia hacia la carne

magra.

La distribución de los tejidos a través de la canal es potencialmente importante, porque hay amplias diferencias entre los cortes en su valor a la venta. Por otro lado, la distribución de la grasa entre los diferentes depósitos en la canal y en las cavidades corporales muestra importantes variaciones. La distribución general de la grasa es importante porque influye sobre la eficiencia total de la producción cárnica. La grasa en la cavidad corporal o el exceso de grasa recortada durante la preparación de los cortes cárnicos es de poco valor comercial en comparación con el resto de la grasa vendida en los cortes.

La posición de la grasa en la canal es también importante porque la grasa subcutánea puede ser recortada más fácilmente que la grasa intermuscular y, además, es preferida en las canales conteniendo exceso de grasa según los requerimientos del consumidor. Incluso, el exceso de grasa intermuscular no puede ser recortado de algunas piezas, especialmente de las canales de corderos, sin la mutilación de ellos. Además, a un nivel dado de grasa subcutánea, una relación de grasa subcutánea/grasa intermuscular alta, indica un insuficiente estado de engrasamiento de la canal.

Boccard y Duplan (1961), estudiaron la composición corporal de corderos machos en los que se varió la velocidad de crecimiento (350 g/día vs. 250 g/día). Los corderos de crecimiento rápido presentaron como media menos tejido muscular (54,4% vs. 58,9%) y más graso (28,0% vs. 22,1%) que los de crecimiento lento. En general los tejidos adiposos intermusculares se desarrollaron mas tardíamente que los subcutáneos.

Boccard et al. (1966), encontraron en machos representativos del mercado francés en cuanto a peso y conformación y con un peso medio de la canal de 8,6 Kg, una composición tisular de 58,45% para el músculo, 25,44% para la grasa (junto con los desechos) y 16,1% para el hueso. La proporción de músculo para un peso de la canal de 5 Kg estudiada por Fourie et al. (1970) para las razas Rommey y Southdown, fue de 57,6% en machos y 58,2% en hembras y la de grasa de 16,3% en machos y 17,5% en hembras.

Kempster y Cuthbertson (1977a), en una muestra de corderos pertenecientes a las principales razas británicas encontraron para un peso medio de la canal de 8,3 Kg un 55,5% de músculo y un 27,6% de grasa. Esta última estaba distribuida en subcutánea (12,6%) intermuscular (11,4%) y pelvicorrenal (3,6%). Kempster et al. (1982), estiman que la composición media de la canal ovina británica es la siguiente: músculo 57%, grasa 24% (de la cual 11% es subcutánea, 10%

intermuscular y 3% interna) y hueso 19%.

Lanza et al. (1979) en corderos lechales de ambos sexos de raza Comisana sacrificados a 11,7 Kg encontraron una proporción de tejidos en la canal de 63,4% de músculo, 13,2% de grasa y 23,4% de hueso. También López (1987) en corderos lechales de raza Lacha de ambos sexos y sacrificados a un peso vivo de 11,2 Kg ha encontrado que la proporción de tejidos fue de 57,4% para el músculo, 26,11% para el hueso y 16,45% para la grasa. Esta a su vez se descompone en un 50% para la subcutánea, un 9% para la intermuscular y un 2,4% para la pélvica más la renal.

Sañudo et al. (1997) han estudiado la composición en tejidos de las canales de corderos lechales de diversas razas españolas (Churra, Castellana y Manchega) comparándolas con los de raza Awassi. Un resumen de los resultados se indica en la Tabla II.2. Se observa que la Manchega presentó una mayor proporción de músculo (57,89%) siendo la de menor contenido en grasa (12,70%), por el contrario la Churra presentó la menor proporción de músculo (54,23%) y la mayor de grasa (17,18%).

**Tabla II.2**  
**Porcentaje de tejidos en la media canal izquierda de corderos lechales machos de las razas Churra, Castellana, Manchega y Awassi**

	<b>Churra</b>	<b>Castellana</b>	<b>Manchega</b>	<b>Awassi</b>
<b>Peso del cordero (Kg)</b>	10.12	10.29	10.47	9.80
<b>Peso de la canal (Kg)</b>	5.65	5.54	5.50	5.01
<b>Composición en tejidos (%)</b>				
<b>Músculo</b>	54.23	56.23	57.89	55.89
<b>Hueso</b>	24.71	25.41	25.76	25.80
<b>Grasa</b>	17.18	14.13	12.70	13.61
<b>Subcutánea</b>	6.06	4.83	4.14	4.62
<b>De la cola</b>	0.49	0.34	0.28	2.34
<b>Intermuscular</b>	10.63	8.96	8.28	6.65
<b>Residuos</b>	3.90	4.23	3.95	4.70

La predicción a partir de una pieza es más exacta que la obtenida a partir de medidas de conformación y de engrasamiento (Kempster, 1981). Diestre (1985) encontró que la espalda era la pieza que mejor predecía la proporción de músculo en la canal, utilizando, además en la ecuación el peso de la canal, el porcentaje de grasa pelviorrenal y la puntuación de la cantidad de ésta.

Judge et al. (1966), obtuvieron para la ecuación de predicción del contenido en carne a

partir de la grasa dorsal, el peso de los riñones y su grasa y el peso de la canal, unos coeficientes de correlación múltiples de 0.77 para las hembras y de 0.85 para los machos.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994), encontraron que la pieza que mejor predecía la proporción de tejidos de la canal era la pierna cuando se dividía la grasa en sus diversos depósitos. También Bocard et al. (1976) señalan que la pierna es la pieza de la canal que mejor predice su composición en tejidos, seguida de la espalda.

### **3. - EL TEJIDO ADIPOSEO**

#### **3.1. - Importancia del mismo**

Aunque la carne de cordero no es un alimento que se consuma a diario, es interesante sin embargo, conocer el tipo de ácidos grasos que forman parte de sus grasas así como los factores que contribuyen a variar la proporción de los mismos.

Se ha demostrado que los ácidos grasos individualmente afectan en diferente proporción a la aparición de hipercolesterolemia (Hegsted et al., 1965) y que las dietas ricas en grasas saturadas se asocian a un aumento de los niveles de colesterol en plasma (Keys et al., 1986) aunque el mayor daño arterial, se produce por las lipoproteínas de baja densidad (LDL-colesterol). Un aumento en la proporción de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta con disminución de los saturados es una buena forma de reducir los niveles de colesterol en plasma (Schonfelel et al., 1982).

El consumo de grasa en los países occidentales alcanza hasta un 40 % del aporte de energía siendo aconsejable reducirlo a un 25-30 %, asegurándose que la grasa saturada no aporte más de un 10% de la energía (Keys et al., 1986). No es en cambio posible eliminar el consumo de grasa en su totalidad, ya que aparte de que todos los alimentos contienen grasa en mayor o menor proporción, es además, necesaria, pues es la fuente principal de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles.

Un sistema de etiquetado del tipo de grasa podría llegar a ser introducido en los alimentos indicándo la grasa total, los ácidos grasos saturados y los ácidos grasos "trans" (Coma, 1984). En este sentido, la U.E. desde hace varios años está redactando propuestas sobre el etiquetado nutricional de los alimentos (Freckleton, 1987).



Aunque los datos publicados señalan pocas diferencias en el contenido en colesterol de la carne magra del cordero, vacuno y porcino, algunos trabajos realizados en Nueva Zelanda (NSA, 1987) señalan un bajo contenido en colesterol del cordero. La raza, el sistema de explotación y el peso de sacrificio, sobre todo, son factores que van a contribuir a una mayor o menor presencia del mismo.

Otra característica de la grasa es su color y textura. En algunos casos, pueden aparecer grasas blandas de textura aceitosa y coloración pardo-amarillenta que son comercialmente despreciadas, ya que al corte, las piezas presentan también una consistencia blanda como consecuencia de un deslizamiento de los planos musculares entre ellos (Arousseau, 1981; Prache et al., 1990). Este problema puede afectar incluso a las cualidades organolépticas (Bozzolo et al., 1990). La aparición de sabores pronunciados a veces desagradables están ligados a este carácter (Girard et al., 1986; Interbev, 1992).

Numerosos factores ligados a la aparición de grasa blanda han sido puestos en evidencia (Arousseau, 1981 y 1986), especialmente el grado de insaturación elevado de sus ácidos grasos, que va asociado a un elevado contenido en agua (Miller et al., 1980; Paruelle y Pain, 1982).

En los corderos de tres meses son los factores alimenticios los que más afectan (Ørskov et al., 1975; Miller et al., 1980; Busboom et al., 1981; Bozzolo et al., 1992) estando ligados al empleo de raciones muy energéticas, ricas en almidón, que dan lugar a fermentaciones en el rumen de tipo propiónico, lo que unido a una carencia en vitamina B12, desborda la capacidad hepática para transformar el ácido metil-malónico en ácido succínico. Ello da lugar a una síntesis intensa de ácidos grasos ramificados e insaturados que son sensibles a la oxidación durante la conservación de la canal (Palmer et al., 1986; Faustman et al., 1989). Su acumulación en los tejidos adiposos es una causa de falta de firmeza del tejido graso externo (Elliot, 1980; Arousseau, 1986).

Diversas recomendaciones tanto de naturaleza técnica como alimentaria han sido propuestas para corregir estos problemas como son la edad del destete, el efecto de un racionamiento, la concentración energética, el nivel nitrogenado de la ración, la introducción de heno de alfalfa o pulpa de remolacha, y la naturaleza y forma de presentación de los cereales empleados (Ørskov et al., 1975; Van Quackebeke et al., 1978; Cañeque et al., 1990; Bozzolo et al., 1992).

### 3.2. - Características y distribución de los diferentes depósitos adiposos

El tejido adiposo es el principal lugar de almacenamiento de los lípidos, comprendiendo la grasa alrededor del 76% en peso seco de tejido adiposo en los bovinos (Reiser, 1975) y del 73% (Reiser, 1975) al 86% (Cramer et al., 1967) del peso seco del tejido adiposo del ovino maduro (el 93% por peso seco en oposición al 79% de los corderos neonatales) (Noble et al., 1971).

Los lípidos son la vía natural de almacenamiento temporal de reservas de energía. Mediante la acumulación de lípidos, durante los períodos de ingestión excesiva de alimentos, y la liberación de ácidos grasos durante los períodos de ayuno, el tejido adiposo desempeña un importante papel metabólico en el mantenimiento del balance energético. Así mismo, los depósitos grasos cumplen funciones tan diversas como la protección tanto térmica como física de los diferentes órganos corporales y de la canal, o participan en el desarrollo del flavor característico de la carne de cada especie.

En los animales adultos productores de carne, los principales depósitos adiposos son el subcutáneo, el intermuscular, el intramuscular, el cavitario (incuyendo el pélvico y el renal), y el visceral (incluyendo el pericárdico, el omental o epiplóico y el mesentérico). La descripción de éstos depósitos se describe a continuación:

- *Subcutáneo*, tendido sobre la parte muscular del cuerpo y justo debajo de la piel.
- *Intermuscular*, tendido entre los músculos individuales y estando en mayor cantidad a lo largo de las rutas tomadas por los grandes vasos sanguíneos y los nervios.
- *Intramuscular* (interfascicular o de marmóreo), tendido entre las fibras musculares.
- *Cavitario: Perirrenal* (perinefrítico o renal), alrededor del riñón y formando un depósito sobre la capa interna del lomo. *Pélvico*, a ésta grasa también se la denomina “del canal”, y esta distribuido en la cavidad pélvica.
- *Visceral: Omental*, algunas veces referido como “caul”, por su apariencia como una malla, y que está extendida sobre los estómagos. *Mesentérico*, acumulable alrededor del mesentéreo de los intestinos. *Pericárdico*, tendido alrededor del corazón.

Cada uno de estos depósitos constituye un estado dinámico jugando un importante y continuo papel en el metabolismo energético (Coniglio et al., 1954; Fritz et al., 1958). Por

lo tanto, la naturaleza y extensión de los depósitos grasos pueden relacionarse vitalmente con la capacidad del animal para soportar las condiciones ambientales adversas (Martín et al., 1972).

Tanto la cantidad como la composición del tejido adiposo puede variar en función de la especie animal, la edad, el sexo, el régimen alimenticio, la localización anatómica y el entorno medioambiental (Kempster, 1981). La distribución relativa del tejido adiposo varía entre especies, y en los animales productores de carne la distribución y cantidad de la grasa son importantes en la determinación de la calidad de la canal.

La grasa intramuscular no influye tanto en la calidad de la canal sino en la de la carne, teniendo un alto valor por su supuesta contribución al incremento del flavor, habiéndose demostrado que el flavor de la carne *per se* reside en su fracción soluble en agua, mientras que las características del flavor y aroma de las especies residen en su fracción lipídica (Hornstein et al., 1961; Hornstein et al., 1967).

Otra contribución de los lípidos musculares a la calidad de la carne es la estabilidad frente a la oxidación, influyendo de gran manera en la formación de los sabores desagradables o también llamados "Warned-over Flavor" o "WOF" (Pearson et al., 1977). Los lípidos musculares también influyen en la jugosidad y, por tanto, en la terneza de la carne (Blumer, 1963; Pearson, 1966; Kinsella, 1988), así como en el color, puesto que el metabolismo más aeróbico de los músculos rojos u "oscuros" comparado con los músculos blancos o "luminosos" se asocia no sólo con mayores concentraciones de mioglobina, sino también con mayores proporciones de lípidos (Allen y Foegeding, 1981).

Esta fracción lipídica desde el punto de vista nutritivo también contribuye como una fuente de energía, provee nutrientes esenciales (ácidos grasos linoleico, C18:2 y linolénico, C18:3, y vitaminas A,D,E y K) y facilita la absorción de las vitaminas liposolubles (Mead et al., 1986; Beare-Rogers, 1988; Linschneer y Vergroesen, 1988).

El desarrollo de la grasa subcutánea se usa para juzgar el estado de engrasamiento del animal vivo y a su vez para determinar el estado de engrasamiento de la canal, pues junto con el color y la consistencia permiten clasificar las canales en graduaciones de calidad. Incluso es deseable una cubierta suficiente para prevenir la sequedad del músculo antes y durante el cocinado.

El color de la grasa subcutánea es un criterio que se utiliza para los sistemas de clasificación de canales, como ha señalado el grupo Especial de expertos para la Clasificación de las canales ovinas, pertenecientes al Comité Consultivo de Ovinos de la UE. Así a la categoría lechal le caracterizaría un color blanco de la grasa, al ternasco un blanco cremoso, al pascual un cremoso-amarillento y al ovino mayor un amarillento (Delfa, 1992).

La grasa subcutánea e intermuscular son inicialmente de alto valor cuando los depósitos son relativamente pequeños, pero el valor decrece rápidamente cuando la deposición excede del óptimo, mientras que los depósitos dentro de la cavidad corporal son de escaso valor. La grasa pélvica y la renal conforman la así llamada grasa pelviorrenal, cuya cantidad es evaluada como atributo para la clasificación comercial de la canal.

#### *Clases bioquímicas de tejido adiposo*

Bioquímicamente, en los mamíferos, existen dos tipos distintos de tejidos adiposos, los cuales difieren en la función, el color, la vascularidad y la actividad metabólica; y que se describen como *tejido adiposo blanco* (WAT) y *tejido adiposo marrón* (BAT).

El WAT comprende la mayor parte de la grasa corporal y contiene un número pequeño de células uniloculares compuestas por una capa central de triglicéridos rodeados por una capa fina de citoplasma conteniendo sólo unas pocas mitocondrias, por lo que la proporción de fosfolípidos con relación al contenido lipídico total es reducida. El núcleo en forma de anillo está localizado al borde de la membrana celular. La célula WAT en un animal adulto que produzca carne es sobre 100  $\mu\text{m}$  de diámetro, pero puede llegar a 200-250  $\mu\text{m}$  en animales excesivamente grandes (Hahn y Novak, 1975).

Su función es la reserva de energía sin trastornar el balance osmótico del animal (Christie, 1978; Nechad et al., 1983). Cuando se requiere una movilización grasa, los triglicéridos de este tejido son hidrolizados a glicerol y ácidos grasos libres (Scow y Blanchette-Mackie, 1985) los cuales se liberan a la circulación sanguínea y son transportados vía albúmina plasmática al hígado y a los tejidos extra hepáticos, donde son oxidados a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

El BAT, también llamado "grasa parda", es menos abundante y aparece en lugares más específicos que WAT, el color característico es el resultado de su gran vascularidad y su alto

contenido en citocromos. Las células BAT son menores que las WAT, siendo normalmente sobre 25-40  $\mu\text{m}$  y están caracterizadas por gran número de mitocondrias y considerable vascularización e innervación simpática. El núcleo es central y las gotas de grasa son normalmente multiloculares (Hahn y Novak, 1975).

El BAT es un órgano altamente metabólico, importante en el mantenimiento de la temperatura corporal en el periodo crítico inmediatamente después del nacimiento y en el despertar de la hibernación, puesto que está envuelto en la producción local de calor por la termogénesis inducida por el frío (Cannon y Nedergaard, 1985; Symonds et al., 1992). Es más prevalente, por tanto, en los recién nacidos de ciertas especies (corderos, novillos, el hombre...), en los mamíferos pequeños o en los hibernantes, pero algunas especies no tienen BAT al nacimiento (por ejemplo, los cerdos) y estos animales son sensibles al estrés del frío en el periodo neonatal inmediato (Clarke et al., 1992; Symonds y Lomax, 1992).

El BAT está localizado en las áreas del cuerpo donde el calor puede ser transferido directamente a la sangre, así se detecta en la zona perirrenal, pericárdica, intraescapular, a lo largo de la aorta en el tórax y en la zona intercostal. El BAT difiere metabólicamente de WAT en la manera en la cual es utilizado su depósito lipídico, teniendo una secuencia de estimulación distinta, donde se liberan ácidos grasos libres del almacén de triglicéridos, los cuales se oxidan en BAT, pero la oxidación no es completa para la producción de ATP, y la energía es liberada en forma de calor (Hull y Hardman, 1970; Darby et al., 1996).

Durante el desarrollo hacia la madurez, la naturaleza y contenido lipídico dentro de ambas series de células adiposas cambia (Hahn y Novak, 1975; Wahle y Livesey, 1985), y en los mamíferos mayores, después del desarrollo total, es difícil detectar las células grasas BAT, puesto que son diluidas por las células predominantes WAT (Smalley, 1970; Heaton, 1972). Algunos autores (Gemmell et al., 1972; Vernon, 1980; Symonds et al., 1992) sugieren que esta reducción era causada porque las células BAT se convierten en células WAT, aunque Nechad et al. (1983) están en desacuerdo.

### **3.3. - Composición lipídica del tejido adiposo**

Los lípidos se definen como biomoléculas orgánicas insolubles en el agua, que pueden extraerse de las células y de los tejidos mediante disolventes no polares, como el cloroformo,

el éter o el benceno (Lehninger, 1987).

En la clasificación de los lípidos se ha usado tradicionalmente la clasificación de Bloor (1943), donde éstos se subdividen en dos tipos principales, según la característica del resto acilo - los lípidos simples y los compuestos -, siendo respectivamente los ésteres de ácidos grasos con varios alcoholes y los ésteres de ácidos grasos que contienen otros grupos además de un alcohol y un ácido graso. Una tercera subdivisión, los lípidos derivados, también se encuentran en la clasificación de Bloor (1943), pero éstos lípidos no están presentes generalmente como tales en los tejidos vivos, sino que derivan de los dos grupos anteriores por hidrólisis (Mitchell, 1964).

Según la característica del resto acilo se distinguen los lípidos simples y los constituyentes acil-lípidos. Los lípidos simples, son los insaponificables, e incluyen a los ácidos grasos libres, a los lípidos isoprenoides (esteroides, carotenoides, monoterpénos...), las prostaglandinas y los tocoferoles. Los lípidos compuestos son los saponificables, puesto que producen jabones e incluyen los constituyentes acil-lípidos, como los acilglicéridos (tri-, di- y monoglicéridos), los fosfolípidos, los glicolípidos, los esfingolípidos, las ceras y los ésteres de esteroles. Se diferencian en la estructura de los esqueletos a los que se hallan unidos por covalencia los ácidos grasos (Lehninger, 1987).

También los lípidos se pueden clasificar según la característica "neutro-polar" en lípidos neutros, lípidos polares o anfífilos y lípidos "redox". Dentro de los lípidos neutros nos encontramos con los ácidos grasos ( $>C_{12}$ ), los mono-, di-, triacilglicérols, los esteroides y ésteres de esteroides, los carotenoides, las ceras y los tocoferoles. Y dentro de los lípidos polares, los glicerofosfolípidos, los gliceroglicolípidos, los esfingolípidos y los esfingoglicolípidos. En los lípidos "redox" se encuentran los tocoferoles y las quinonas (Carpenter et al., 1993).

### *Ácidos grasos*

Por hidrólisis de los acil-lípidos se liberan ácidos carboxílicos alifáticos, que se diferencian por su estructura química. Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo con la longitud de la cadena carbonada, el número, la posición y la configuración de los dobles enlaces, así como por la existencia adicional de otros grupos funcionales (Belitz y Grosch,

1988).

Según la nomenclatura de Dole et al. (1959) se debe indicar el número de átomos de carbono seguido del número de dobles enlaces como abreviatura. Así, los principales ácidos grasos, tanto saturados como insaturados, y sus características se pueden observar en las Tablas II.3 y II.4.

Dentro de los ácidos grasos insaturados existen tres familias (Mead, 1968), se conocen como familias n-9, n-6 y n-3, y el origen de los ácidos grasos en cada familia son el ácido oleico (C 18:1, n-9), el ácido linoleico (C 18:2, n-6) y el ácido linolénico (C 18:3, n-3), respectivamente.

**Tabla II.3.**  
**Principales ácidos grasos saturados (Belitz y Grosch, 1988)**

Abreviatura	Estructura	Nombre Sistemático	Nombre Común	Pf (°C)
C4:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Acido butanoico	Acido butírico	-7,9
C6:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Acido hexanoico	Acido capróico	-3,9
C8:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido octanoico	Acido caprílico	16,3
C10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Acido decanoico	Acido capríco	31,3
C12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Acido dodecanoico	Acido láurico	44,0
C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Acido tetradecanoico	Acido mirístico	54,4
C15:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	Acido pentadecanoico	-	52,1
C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Acido hexadecanoico	Acido palmitico	62,9
C17:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{COOH}$	Acido heptadecanoico	Acido margárico	61,3
C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Acido octadecanoico	Acido estearico	69,6
C20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Acido hexacosanoico	Acido aráquico	87,7

**Tabla II.4.**  
**Principales ácidos grasos insaturados (Belitz y Grosch, 1988)**

Abreviatura	Estructura	Nombre Común	Pf (°C)
C14:1 (9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido miristoleico	-
C16:1 (9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido palmitoleico	0,5
C18:1 (9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido oleico	13,4
C18:2 (9,12)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido linoleico	-5,0
C18:3 (9,12,15)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido linolénico	-11,0
C20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Acido araquidónico	-49,5

Los ácidos grasos en el organismo animal derivan de dos fuentes, endógena y exógena. La síntesis endógena de ácidos grasos de cadena larga ocurre en el citosol de la célula, principalmente del acetato derivado predominantemente de la fermentación ruminal. El ácido palmítico (C16:0) es el mayor producto final de esta síntesis *de novo*, aunque la elongación a ácido esteárico (C18:0) y la desaturación a ácidos monoenoicos puede ocurrir subsecuentemente (Leat, 1976).

Los ácidos grasos exógenos son aquellos derivados directa o indirectamente de la dieta. Los ácidos grasos insaturados de la dieta son depositados sin cambios en los depósitos grasos de los no rumiantes, tales como el cerdo (Leat, 1976), o de los herbívoros teniendo una fermentación cecal; por ejemplo, caballos, conejos (Hilditch y Williams, 1964). En los animales rumiantes, sin embargo, los ácidos grasos insaturados de la dieta son hidrogenados por los microorganismos del rumen, principalmente a ácido esteárico (C18:0) (Garton, 1969; Dawson y Kemp, 1970).

Las grasas de los rumiantes se caracterizan también por la presencia de isómeros posicionales y geométricos de los ácidos grasos insaturados, principalmente el ácido octadecenoico  $\text{trans}\Delta 11$  (ácido elaídico), junto con variables cantidades de ácidos grasos de cadenas ramificadas e impares, formados como resultado de la actividad microbiana en el rumen. Aunque el alto contenido de ácido esteárico (C18:0) encontrado en muchos depósitos



de rumiantes es principalmente el resultado de la fermentación ruminal, la síntesis endógena de ácido esteárico (C18:0) puede producir al menos el 16% de los depósitos de ácidos grasos de la oveja (Duncan y Garton, 1974, Leat, 1976).

El ácido palmítico (C16:0) y el oleico (C18:1) son los otros mayores ácidos grasos, siendo el ácido palmitoleico (C16:1) un componente normalmente minoritario (<5%), pero en vacuno, particularmente en animales mayores, pueden encontrarse valores de hasta el 20% (Dahl, 1962; Leat, 1975).

### *Triglicéridos*

El sistema de nomenclatura recomendado por la IUPAC-IUB (1967) (Comisión sobre la nomenclatura bioquímica de los lípidos), elimina la confusión de los nombres previos, denominando triglicéridos o Triacilgliceridos al L-gliceraldehído.

Comúnmente, los triglicéridos que permanecen sólidos a temperatura ambiente (de elevado punto de fusión) se les denomina "grasas", y a los que se presentan en estado líquido a esta temperatura se les denominan "aceites".

El glicerol, como trialcohol, puede formar mono, di o triésteres. En la naturaleza, la formación de los triacilglicéridos simples o monoesteres, conteniendo sólo un tipo de ácido graso específico es rara. Las grasas consisten casi invariablemente de Triacilgliceridos mezclados conteniendo diferentes ácidos grasos. Los Triacilgliceridos están compuestos principalmente de ácidos grasos con 16 y 18 átomos de carbono (Belitz y Grosch, 1988).

Los Triacilgliceridos comprenden la familia más abundante de los lípidos, siendo los principales componentes de los depósitos grasos y representando las mayores reservas de energía para los miembros del reino animal. La elaboración de reservas en forma de triglicéridos depende del equilibrio entre la fijación y la producción de los ácidos grasos por los tejidos (Aurousseau, 1981). Esto es común para un amplio espectro de animales diferentes incluyendo a los rumiantes - como en ovino (Noble et al., 1971, Body, 1988) y a los animales no rumiantes - como en porcino (Martín et al., 1972) conteniendo altos niveles (mayor al 89%) de triacilglicerol (Body, 1988).

### *Fosfolípidos*

Los fosfolípidos y glicolípidos participan junto con las proteínas en la construcción de las membranas celulares. Los fosfolípidos junto con menores cantidades de colesterol son cuantitativamente menos relevantes y tienden a permanecer a un nivel más o menos constante para un tejido dado, constituyendo del 0,7% al 1% de la carne magra. Según Solomon et al. (1992) el contenido medio de colesterol en el m. *Longissimus dorsi* de corderos fue de 66,68 mg/100 g de tejido, comparable a los 64,18 g/100 mg de tejido señalado por Solomon et al. (1990).

El nivel de grasa o triglicéridos puede alterarse en gran manera con la edad y el estado de nutrición. Por esta razón, Terroine (1920) refirió a los fosfolípidos y al colesterol como el elemento "constante" en contraste a las grasas o Triacilgliceridos que se describen como el elemento "variable".

Los fosfolípidos contienen grupos hidrófobos (restos acilo, N-acil-esfingosina) y grupos hidrófilos (ácido fosfórico, carbohidratos). Como consecuencia tienen capacidad para formar en medio acuoso estructuras ordenadas (micelas), que representan un papel importante en la formación de membranas. La fluidez de la membrana celular, crucial para el transporte a través de las membranas y para la división celular, depende del balance entre la concentración de colesterol y el % de ácidos grasos polinsaturados: ácidos grasos saturados de los fosfolípidos de la pared celular.

Además, los fosfolípidos tienen propiedades de superficie activa y son, por tanto, importantes en la emulsificación de los lípidos y pueden influir en la absorción de los ácidos grasos en el intestino delgado (Jenkins et al., 1989., Jenkins, 1990; Lought et al., 1992). También, los fosfolípidos se autooxidan muy fácilmente, pues con mucha frecuencia contienen además de ácido palmítico (C16:0), ácido linoleico (C18:2) (Belitz y Grosch, 1988).

La mayor parte de los fosfolípidos que se encuentran de forma natural lo están en forma de 1,2-diacil-sn-glicero-3-fosforil o ácido fosfatídico. Estos diacilésteres del ácido glicerofosfórico tienen un origen biosintético común con los triglicéridos, ambos derivando del 1,2-diglicéridos (Shorland, 1962).

Los 1,2-diacil-sn-glicero-3-fosforil derivados muestran variaciones en los radicales unidos a la molécula del ácido fosfórico mediante un enlace tipo éster, pudiendo estar unido

a una base nitrogenada, como la colina, la etanolamina o la serina, a una hexosa ciclica (mioinositol o un derivado fosfático del mioinositol) o al glicerol o a un derivado fosfático del mismo (Shorland, 1962). Así los nombres de los diferentes tipos de fosfolípidos corresponden a los sustituyentes que poseen.

### 3.4.- Metabolismo lipídico en rumiantes

#### *Composición en lípidos de los alimentos del prerrumiante*

Constituidos por un conjunto variable de moléculas, los lípidos alimentarios permiten al organismo animal que los ingiere asegurar una serie de funciones importantes que intervienen en el metabolismo y en la estructura de las células.

- Bajo forma de triglicéridos, constituyen el alimento que por unidad de peso contiene más energía química (9,2 Kcal/g contra 4,2 para los glúcidos).
- Bajo forma de fosfolípidos, participan como constituyentes membranarios en la edificación o en la renovación de la arquitectura celular y en el control de la permeabilidad celular.
- Bajo forma de esteroides (colesterol y derivados), aseguran como mediadores químicos (hormonas suprarrenales o sexuales) la regulación de funciones orgánicas esenciales o participan como agentes emulsionantes (sales biliares) en la digestión intestinal de los lípidos alimentarios.

Los lípidos alimentarios aportan al animal los ácidos grasos esenciales, que es incapaz de sintetizar y que son indispensables para el buen funcionamiento de su organismo. La carencia de ácidos grasos esenciales en la dieta provoca numerosos síntomas, siendo los cambios que aparecen en la piel una característica de esta deficiencia en la mayoría de las especies. Los requerimientos mínimos estimados de ácido linolénico son 0,2-0,3 % de la energía de la dieta en una experiencia (Bjerve et al., 1987) y 0,5-0,6 % en otra (Holman et al., 1982). Las principales funciones biológicas de estos ácidos grasos son de orden estructural (como constituyentes de los fosfolípidos membranarios favorecen la fluidez de la membrana) o dinámico (precursores de las prostaglandinas, mediadores que actúan sobre la

contractibilidad muscular y vascular).

Los procesos de digestión de los lípidos alimentarios están caracterizados en todas las especies animales por la conversión por hidrólisis de los lípidos naturalmente insolubles en agua en compuestos potencialmente solubles permitiendo así su absorción por las células de la mucosa intestinal y su utilización por las células del organismo (Bauchart, 1981).

Los lípidos que forman parte de la ración de los animales prerrumiantes están constituidos en su mayor parte por triglicéridos. Su contenido en los animales no destetados oscila entre un 15% y un 24% de la materia seca. La composición en ácidos grasos varía en proporciones importantes según la especie animal considerada. Siendo generalmente ricos en ácido palmítico (C 16:0) y sobre todo en oleico (C 18:1), las raciones difieren sobre todo por su contenido en ácido esteárico (C 18:0) y principalmente en ácidos grasos polinsaturados, cuyo contenido es muy bajo en la leche o en los alimentos de lactancia (2-3%).

La composición lipídica de la leche se caracteriza por presentar una gran cantidad de ácidos grasos de cadena corta (C4-C10) y media (C12-C17), así como una cantidad relativamente baja de ácidos grasos de cadena larga (C18).

La composición media de la leche de oveja varía de forma natural a lo largo de la lactación, afectando esta variación, como puede observarse en las Tablas II.5. y II.6., tanto a la composición química, como a la composición cualitativa y cuantitativa de los ácidos grasos totales presentes en la grasa. La composición de la leche en las ovejas no sólo depende de factores propios del animal, sino también de la cantidad y composición de los alimentos que ingieren (Palmquist et al., 1993).

**Tabla II.5.**  
**Evolución a lo largo de la lactación de la composición en grasa y proteína (%) de la leche de**  
**ovejas de raza Manchega (Requena et al., 1997)**

Composición química	Semanas tras el parto		
	5ª semana	12ª semana	18ª semana
Grasa	3,6 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	8,7 <sup>c</sup>
Proteína	5,1 <sup>a</sup>	5,4 <sup>b</sup>	6,3 <sup>c</sup>

(a,b,c: diferentes índices en la misma fila indican diferencias significativas,  $P \leq 0,05$ ).

**Tabla II.6.**  
**Composición (%) de los principales ácidos grasos presentes en la grasa de la leche de oveja**  
**(Noble et al., 1970)**

Ácidos grasos	Principio de lactación	Final de lactación
C 4:0 (butírico)	2,27 (1,47-3,07)	2,40 (1,60-3,20)
C 6:0 (capróico)	0,49 (0,31-0,67)	1,34 (1,16-1,52)
C 8:0 (caprílico)	1,22 (0,43-2,01)	1,81 (1,02-2,60)
C 10:0 (cáprico)	1,40 (0,94-1,86)	4,55 (4,09-5,01)
C 12:0 (laúrico)	1,11 (0,82-1,40)	2,73 (2,44-3,02)
C 14:0 (mirístico)	6,21 (4,70-7,72)	10,60 (9,09-12,11)
C 16:0 (palmitico)	24,78 (22,46-27,1)	24,2 (21,88-26,52)
C 16:1 (palmitoleico)	1,64 (1,23-2,05)	0,85 (0,44-1,26)
C 18:0 (estearico)	10,78 (8,65-12,91)	10,5 (8,37-12,63)
C 18:1 (oleico)	45,13 (41,74-48,52)	33,4 (31,01-36,79)
C 18:2 (linoleico)	0,74 (0,54-0,94)	1,41 (1,21-1,61)

Como puede observarse en las Tablas II.5. y II.6., la cantidad de grasa de la leche se incrementa con el progreso de la lactación y los ácidos grasos presentes en la misma evolucionan en función de la longitud de la cadena carbonada. Los ácidos grasos de cadena corta (C4-C10) aumentan al final de la lactación y los de cadena larga (C18) disminuyen.

Como complemento de la leche, los animales pueden ingerir forrajes y concentrados, que en general son pobres en lípidos. Los lípidos de los forrajes verdes están constituidos por 1/3 de pigmentos (clorofilas, carotenos, tocoferoles) y por 2/3 de lípidos esterificados. Estos últimos están compuestos por un 70-80% como media de glicolípidos (galactolípidos), concentrados en los cloroplastos de las células y por un 15-20 % de fosfolípidos, concentrados en el contenido citoplasmático y en las membranas celulares (Hudson y Warwick, 1977).

Su contenido en ácidos grasos, que representa alrededor de un 40-50% de los lípidos totales, se caracteriza por una gran riqueza en ácidos grasos polinsaturados (60-90% de los ácidos grasos totales); especialmente en ácido linolénico (C 18:3 n-3, 60% como media) y en menor grado en ácido linoleico (C 18:2 n-6, 15% como media). Sin embargo, su contenido

y su composición pueden variar fuertemente según la especie vegetal, el estado de crecimiento y las formas de tratamiento (Garton, 1960).

Los ácidos grasos (bajo forma de lípidos esterificados) se acumulan más en las hojas que en los tallos, y en las hojas jóvenes que en las de más edad (Gray et al., 1967). Estos fenómenos podrían explicarse a la vez por la abundancia de cloroplastos (lugar celular de la síntesis y del almacenamiento de ácidos grasos) a nivel de las hojas y por la dilución progresiva de los ácidos grasos por la celulosa cuando la planta envejece.

El aporte de alimento concentrado en la ración aumenta sensiblemente su contenido en ácidos grasos libres y sobre todo en triglicéridos. La incorporación de cereales ricos en ácido linoleico (C 18:2) modifica fuertemente la composición en ácidos grasos del alimento. Los concentrados comerciales contienen como media un 50% de ácido linoleico (C 18:2 n-6), un 30% de ácido oleico (C 18:1, n-9) y un 10% de ácido palmítico (C 16:0) (Bauchart, 1981).

#### *Digestión pregástrica y gástrica*

El animal prerrumiante se comporta como un monogástrico funcional, puesto que el alimento líquido (leche materna o leche de reemplazo) desencadena el reflejo del cierre de la gotera esofágica, que evita así el contacto con el rumen y permite alcanzar directamente el abomaso.

El rumiante en cambio, posee un rumen bien desarrollado, siendo en un sentido evolutivo, el rumen o más precisamente el retículo-rumen, el desarrollo de una expansión de la porción cardíaca del estómago. Las funciones del rumen se orientan hacia la producción de un ambiente favorable para el crecimiento y la actividad de un amplio rango de bacterias y protozoos ( $10^{11}$  bacterias y  $10^6$  protozoos por ml de contenido ruminal). Colectivamente esta flora y fauna microbiana dota al rumiante de la capacidad de digerir de otra manera los componentes fibrosos indigestibles (principalmente celulosa, hemicelulosa y pentosano) en su dieta natural. Este ambiente es altamente anaerobio y resulta en la producción de grandes cantidades de gas metano (McDonald y Scott, 1977).

La digestión enzimática de los lípidos en los animales prerrumiantes comienza a nivel del duodeno, sin embargo, se ha demostrado que los triglicéridos alimentarios pueden sufrir en el rumen la acción hidrolizante de las lipasas, conduciendo a la formación de ácidos grasos

libres y diglicéridos. Aunque actuando a nivel del rumen estas lipasas son de origen pregástrico (Nelson et al., 1977) y no son producidas por la mucosa ruminal (Toothill et al., 1976), siendo por ejemplo en el caso del ternero segregadas por las glándulas palatinas.

La importancia fisiológica de la lipólisis gástrica en la digestión de las materias grasas alimentarias varía con la edad del animal y la naturaleza de los alimentos que ingiere. En el caso de los animales jóvenes alimentados con leche tiene una gran importancia en los ocho primeros días de vida (Hamosh, 1979), pues la actividad lipolítica del tejido o de las secreciones pancreáticas es relativamente débil.

Además, la naturaleza química de los constituyentes de la leche (proteínas coagulables, triglicéridos ricos en ácidos grasos de cadena corta y media) facilita considerablemente la actividad catalítica de las lipasas pregástricas. La quimosina y secundariamente la pepsina, provocan la coagulación de las caseínas de la leche, dando lugar a la formación de un coagulo insoluble que contiene especialmente los triglicéridos de la leche y las lipasas pregástricas (Bauchart, 1981).

El coagulo así constituido permite a la lipólisis desarrollarse eficazmente, dando lugar a unas condiciones de pH óptimas para la actividad de las lipasas, especialmente de la lipasa salivar (pH comprendido entre 4,5 y 6; Toothill et al., 1975) a diferencia del pH de la fase líquida del contenido ruminal que es generalmente más ácida (Hill et al., 1970). También protege a las enzimas de la proteólisis gástrica (Cohen et al., 1971), de la inhibición al débil pH (Siewert y Otterby, 1970) y prolonga el tiempo de acción de las lipasas sobre los triglicéridos, por el enlentecimiento de la evacuación gástrica del quimo alimentario (Guilloteau et al., 1975).

En el rumiante propiamente dicho, la función hidrolítica corresponde a las lipasas microbianas, por lo que la biota ruminal posee una fuerte actividad lipasa y la mayoría de los galactosil-acilglicerol y los triacilglicerol de la ingesta son hidrolizados a galactosa, glicerol y ácidos grasos libres. La galactosa y el glicerol son metabolizados a ácidos grasos volátiles (principalmente propionato y butirato), los cuales pueden absorberse del rumen. Los productos finales de la hidrólisis son ácidos grasos libres, no encontrándose en el contenido ruminal ningún compuesto intermedio como mono- o diglicéridos (Doreau y Ferlay, 1994).

La lipólisis microbiana es la primera etapa de la transformación de los ácidos grasos

esterificados del alimento (glicolípidos, fosfolípidos, triglicéridos) en el rumen. Los procesos de lipólisis liberan exclusivamente los ácidos grasos no esterificados, a diferencia de los monogástricos donde la lipólisis es incompleta (Bauchart, 1981).

Los ácidos grasos insaturados de cadena larga son hidrogenados a ácidos grasos saturados y monoinsaturados, los cuales no son de nuevo metabolizados o absorbidos, y pasan en la digesta al abomaso (la sección del estómago que secreta pepsina y HCl) y de aquí al intestino delgado (McDonald y Scott, 1977).

La extensión de la hidrólisis es muy alta para la mayoría de los lípidos no protegidos, del 85-95% según Bauchart et al. (1990). Este porcentaje es más alto para las dietas ricas en grasas que para las convencionales, en las que la mayoría de los lípidos están en las estructuras celulares. Aunque según Choi et al. (1997), todos los ácidos grasos polinsaturados (C18:2, C18:3, C20:5 y C22:6) de las dietas ofrecidas a los corderos con distintos porcentajes de grasa fueron extensivamente hidrogenados.

La biohidrogenación ocurre sólo después de la hidrólisis de los ácidos grasos esterificados (Hawke y Silcock, 1970). La hidrogenación del ácido linolénico (C18:3) y del ácido linoleico (C18:2) es producido por una variedad de vías, que envuelven un número indefinido de isómeros estereo y posicionales del ácido esteárico (C18:0). El ácido esteárico (C18:0) es el principal producto final de la hidrogenación del ácido linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3), y también del ácido oleico (C18:1), aunque la reducción de éste último tiende a ser más lenta y menos completa que la de los ácidos grasos más insaturados (Kemp y Lauder, 1984).

Varios trans isómeros resultan de la reducción de los ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3), y éstos isómeros pueden formar una parte sustancial de ambos lípidos de almacenamiento y estructurales en los tejidos y también en las grasas de la leche (Dawson y Kemp, 1970), siendo de especial interés el isómero cis9, trans11 C18:2 (ácido linolénico conjugado o CLA) debido a ser un potencial agente anticancerígeno (Chin et al., 1992; Gurr, 1995; Clement y Marshall, 1996; Jiang et al., 1996).

Las bacterias de varias especies hidrogenan ácidos grasos insaturados. La función cuantitativa de los protozoos no está todavía claro, aunque es definitivo que su presencia no es esencial (Dawson y Kemp, 1970).



Aunque el contenido ruminal mantiene una población microbiana muy densa y normalmente tiene un bajo contenido lipídico, los lípidos microbianos constituyen, sin embargo, un 10-20% de los lípidos de la digesta (Keeney, 1970). Los lípidos bacterianos aunque cuantitativamente no son muy importantes, si los son cuantitativamente por la presencia de ácidos grasos de cadena ramificada con 14, 15, 16 y 17 átomos de carbono; al menos una de las especies típicas del rumen (*Bacteroides ruminicola*) puede sintetizar todos éstos ácidos cuando está creciendo *in vitro* en un medio libre de lípidos. Sin embargo, *in vivo* es probable que los ácidos grasos volátiles de cadena ramificada (C4 y C5), derivados de los aminoácidos, sean los precursores de éstos ácidos grasos de cadena larga y estén incluidos en los nutrientes requeridos para algunas bacterias ruminales (Keeney, 1970).

Las bacterias no contienen los ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) (Shaw, 1974) que son ácidos grasos esenciales para los huéspedes rumiantes. Los ácidos grasos insaturados no esterificados son muy tóxicos para las bacterias celulolíticas, metanogénicas y para los protozoos (Broudiscou et al., 1994), por lo que los lípidos esterificados se encuentran en el fluido ruminal y los ácidos grasos están asociados a la superficie de las partículas, y así las células microbianas y las partículas alimenticias compiten por la absorción de los ácidos grasos (Harfoot et al., 1974).

Los rumiantes son más eficientes en la absorción de los ácidos grasos C16 y C18 que los no rumiantes, principalmente porque son absorbidos en la forma no esterificada y por la mayor solubilización de los ácidos grasos por las micelas de las sales biliares/lisofosfatidilcolina que por las micelas de sales biliares/2-monoacilgliceroles (Noble, 1994).

Sklan y Budowski (1974) demostraron que en condiciones aeróbicas, las bacterias del rumen exhiben saturación y desaturación simultánea del ácido oleico (C18:0), el efecto neto es dependiente de la disponibilidad del sustrato para la reacción; *in vitro* un incremento neto en el ácido linoleico (C18:2) podría producirse por la desaturación de los ácidos esteárico (C18:0) y oleico (C18:1). Bajo condiciones anaerobias, la condición del rumen normal, sólo ocurre la hidrogenación (saturación).

Parece que los protozoos retienen cantidades significativas de ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) de la dieta para sus propios lípidos estructurales y de esta forma se

aseguran al menos una oferta de éstos ácidos grasos esenciales para el huésped rumiante (Viviani y Borgatti, 1967). Así Enmanuel (1974) encontró un 1,7% de ácido linoleico (C18:2) y un 1,9% de ácido linolénico (C18:3) en los ácidos grasos de una mezcla de protozoos del rumen.

En el anabolismo del tejido adiposo, un proceso importante es la síntesis "*de novo*" de los ácidos grasos de cadena larga. Este proceso provee un mecanismo de almacenamiento del exceso de energía de los carbohidratos de la dieta como grasa, pero también es un mecanismo para proveer ácidos grasos no esenciales para la síntesis de los fosfolípidos cuando la ingestión de grasa de la dieta es baja.

En los rumiantes, el mayor donador de carbono para la síntesis de ácidos grasos es el acetato (Yang et al., 1982; Smith, 1984; Vernon et al., 1985a). Además de la biosíntesis de ácidos grasos del plasma sanguíneo, vía la enzima lipoproteín lipasa. Los triglicéridos circulantes en forma de lipoproteínas proveen un conjunto de ácidos grasos, algunos de los cuales pueden ser usados por los adipocitos. Además, los ácidos grasos libres del plasma unidos a la albúmina están disponibles para el adipocito.

El mecanismo de la lipoproteín lipasa, por tanto, es importante en proveer, no sólo ácidos grasos de la dieta, sino también en redistribuir las lipoproteínas de los ácidos grasos (Kris-Etherton y Etherton, 1982).

#### **4.- FACTORES QUE AFECTAN AL ENGRASAMIENTO DE LA CANAL**

Existen factores intrínsecos, como el peso vivo o de la canal, la edad, la especie, el sexo, la raza y el tipo corporal y la velocidad de crecimiento y otros extrínsecos, como la nutrición y el manejo.

##### **4.1.-Intrínsecos**

###### *Peso vivo*

El peso vivo, es el principal factor a tener en cuenta para estudiar las modificaciones de la composición corporal (Castrillo, 1975). Así a mayor peso de sacrificio se produce un mayor grado

de engrasamiento (Colomer-Rocher y Espejo, 1973; Espejo et al., 1974; Valls, 1979; Falagan, 1980).

Cuando se comparan animales con similar estado de engrasamiento, el porcentaje de carne comestible de la canal es independiente, sin embargo, del peso vivo. Berg y Butterfield (1976) señalan que el peso vivo no es adecuado para describir el valor de un animal productor de carne. También Barton y Kirton (1958) señalan que el peso vivo no predice la composición de la canal; tampoco predice la cantidad de músculo, a pesar de la relación positiva entre el peso de la canal y el músculo (Kirton y Barton, 1962), ni tampoco el contenido en hueso (Barton y Kirton, 1958).

No obstante, el peso del animal tiene una importancia comercial, ya que es uno de los criterios para fijar el precio del producto. Por lo tanto, en todo trabajo de investigación debe hacerse referencia a él; sin embargo, las condiciones previas al momento de la pesada pueden afectar al valor del peso vivo y a su eficacia como predictor del peso de la canal caliente (Woodward et al., 1960; Berg y Butterfield, 1976). Con el fin de obviar estos inconvenientes, se utiliza el peso vivo vacío, con lo que se eliminan los errores debidos al contenido digestivo, que en los rumiantes experimenta grandes variaciones, estimadas por Hugles (1976) entre un 12% y un 23% del peso vivo del animal.

Tanto Tulloh (1963) como Prud'hon et al. (1972) consideran que el peso vivo vacío es un buen estimador del peso de los músculos.

### *Peso de la canal*

Cada mercado tiene unas preferencias específicas respecto a pesos de canal, y posiblemente éste es uno de los principales factores determinantes de la calidad, ya que afecta al grado de engrasamiento (Cuthbertson y Harrington, 1982), a la cantidad de músculo (Robelin y Geay, 1974), a la conformación (Kempster et al., 1982) al rendimiento al despiece (Boccard y Dumon, 1960b) y al tamaño de los músculos que aparecen en el corte (Cuthbertson, 1982).

Comercialmente, es el que determina el valor de una canal, ya que la industria comercializa sobre la base de precio/Kg (Harris, 1982). Además, es empleado como factor de clase por algunos sistemas de clasificación (Flamant y Boccard, 1966).

Las preferencias por un peso de canal están asociadas a las razas que se explotan en la región y no es fácil desligar dentro de cada mercado los efectos del peso y la raza. Para un mismo

peso de sacrificio los corderos pertenecientes a razas de gran formato adulto han alcanzado menor grado de madurez y contienen en su canal menos grasa y más músculo y hueso que los corderos de razas pequeñas (Black, 1983).

El peso y la talla de una canal tienen una gran influencia no sólo sobre la cantidad de los diferentes tejidos, sino también sobre la talla de los músculos expuestos al corte y de las piezas individuales preparadas de ellas. El peso de la canal es variable, puesto que depende especialmente de las regiones anatómicas, pero su determinación es importante, ya que para un mismo sexo y raza puede predecir más fiablemente la composición de la canal que muchos de los índices propuestos para ello, ya que con el aumento de peso de la canal, el porcentaje de músculo permanece casi constante, el de hueso disminuye y el de grasa aumenta (Solomon et al., 1980).

Thompson et al. (1979a), tras realizar la disección de medias canales pertenecientes a seis genotipos distintos, concluyeron que al aumentar el peso de las canales, se incrementaba la grasa subcutánea y la intermuscular (coeficiente de alometría superior a la unidad), mientras que disminuían las cantidades de músculo y de hueso (coeficientes de alometría menores que uno).

Lo anterior es corroborado por Kirton (1976), quien señala que el peso de la canal está relacionado con la composición, ya que las canales más pesadas tienen menos proporción de hueso y músculo y más de grasa. Además, la aceptabilidad del consumidor está afectada por el tamaño de la pieza (Harris, 1982), que es un reflejo directo del peso de la canal.

Aunque los pesos de todos los tejidos se incrementan con el aumento del peso de la canal, la grasa se incrementa a un ritmo más rápido que el músculo o hueso (Kempster et al., 1982; Kirton, 1982; Black, 1983). Como resultado, la proporción de grasa se incrementa con el aumento del peso de la canal y las proporciones de músculo y hueso decrecen.

### *Edad*

La escuela de Hammond apoya la idea de que la edad es el factor más importante que modifica la composición corporal. La edad es un parámetro íntimamente asociado al peso de la canal; sin embargo, Kempster et al. (1987) señalan que es más válido utilizar una proporción del tamaño corporal adulto para determinar el peso de sacrificio. Esto confirma lo señalado por Colomer-Rocher y Kirton (1975), quienes señalan que conociendo los cambios de la composición corporal asociados con la edad fisiológica o grado de madurez, es posible determinar el peso

óptimo de sacrificio, dado que la composición de la canal está más estrechamente relacionada con el peso que con la edad cronológica del animal.

Al avanzar la edad tiene lugar una reducción progresiva de la velocidad de crecimiento (Colomer-Rocher y Kirton, 1975) como consecuencia de los cambios en la composición corporal debidos a la diferente deposición de tejidos.

Sobre el engrasamiento de la canal, la edad juega un papel fundamental ya desde el comienzo de la gestación, así Vernon y Taylor (1986) comprobaron que los depósitos del tejido adiposo en ganado ovino se desarrollan rápidamente de los 50 a los 120 días de gestación, después de los cuales el índice de crecimiento normalmente decrece marcadamente hasta terminar el período fetal.

El crecimiento del tejido adiposo depende del índice y extensión de la hipertrofia y la hiperplasia de los adipocitos (Haugebak et al., 1974). Al comprobar el diámetro de los adipocitos subcutáneos, Smith et al. (1987), vieron que sólo se incrementan de 4 a 6 meses de edad, pero no se incrementan más con la edad. Sin embargo, a la madurez, la acumulación de grasa se acelera rápidamente. Según Sidhu et al. (1973) la lipólisis también se incrementa con el engrasamiento de los corderos, porque la acumulación de grasa depende del balance entre síntesis de glicéridos y la movilización de ácidos grasos.

El efecto de la edad sobre el nivel de engrasamiento de una canal es bastante evidente, especificado por el grado de madurez, así cuando diferentes razas de ovino se sacrifican al mismo grado de madurez (proporción de tamaño adulto), su composición de canal es similar (McClelland et al., 1976). La mayoría de las diferencias para raza y sexo en cuanto a composición, observadas al mismo grado de madurez, desaparecen mayoritariamente cuando la composición se expresa como porcentaje del peso de la canal (McClelland et al., 1976). Sin embargo, para las razas pequeñas las diferencias todavía existen.

Las relaciones entre madurez y engrasamiento se aplican igualmente para vacuno, ovino y porcino (Kempster et al., 1982). Cuando se compara al mismo peso vivo/canal, los animales de talla madura más pequeña estarán más engrasados y cuando se compara a la misma edad, las diferencias son más pequeñas pero están en la misma dirección.

### *Efectos de la especie*

Existen también diferencias entre especies en la deposición de grasa, así Shafrir y Wertheimer (1965) hicieron una revisión sobre la evolución del tejido adiposo y señalaron que las especies diferían considerablemente en la localización y la composición de los diferentes depósitos, cuando los datos se tomaban a un mismo nivel de engrasamiento general.

### *Velocidad de crecimiento*

La ganancia media diaria es función de factores genéticos (Desvignes et al., 1966) y de factores de cría, principalmente del nivel alimenticio (Pålsson y Vergés, 1952a). Estos factores no solamente modifican la curva de crecimiento de los animales, sino también la composición corporal (Boccard y Duplan, 1961) y el desarrollo anatómico (Knight y Foote, 1965), los cuales dependen también, por otra parte, del peso al sacrificio (Carrol, 1967; Lambuth et al., 1970; Kemp et al., 1970). Whitteman et al. (1966) han señalado que, cuando las condiciones de cría y alimentación son idénticas, las mejores ganancias medias diarias de peso están estrechamente asociadas a un estado de engrasamiento superior.

Está generalmente aceptado que, bajo condiciones de crecimiento continuo positivo, cuanto mayor es la tasa de crecimiento de un animal, tanto más graso será a un peso dado (Morgan y Owen, 1972 y 1973; Murray y Slezacek, 1976; Sully y Morgan, 1982). Coccard (1963) afirma que el índice de conversión se ve influido por la velocidad de crecimiento.

La velocidad de crecimiento no influye en las proporciones de las distintas regiones corporales, ya que, como demostraron Boccard y Duplan (1961) y Elsley et al. (1964), a igualdad de peso vivo, la cantidad de músculo y de hueso varía poco con la velocidad de crecimiento. Pero ésta sí influye en la proporción de los distintos tejidos: a mayor velocidad de crecimiento, se produce una menor proporción de tejido muscular y una mayor de tejido adiposo (sobre todo subcutáneo). A partir de los trabajos de Boccard y Duplan (1961) y de Boccard et al. (1964) surge el nuevo punto de vista de que el crecimiento diferencial dependería de dos factores a la vez (la edad y el peso vivo), es decir, de la velocidad de crecimiento.

Bénévent (1971) utiliza animales que han seguido la misma velocidad de crecimiento, en ambos sexos, y sacrifica a pesos fijos. Sin embargo, como el propio autor reconoce, esto puede producir un sobre engrasamiento en las hembras respecto de los machos del mismo peso vivo,

debido al mayor estado de madurez de aquellas respecto de éstos. Con el objeto de paliar esto, García-González (1987) y Butterfield (1988) proponen que los animales sean alimentados *ad libitum*, de modo que puedan expresar todo su potencial de crecimiento.

El coeficiente de alometría de la grasa está afectado por la velocidad de crecimiento (Tulloh, 1963; Boccard et al., 1964; Boccard et al., 1976). Boccard y Duplan (1961) encontraron que los corderos que crecieron 350 g/día tuvieron significativamente más grasa (5,81%) que los que crecieron 250 g/día, especialmente en las regiones lumbar y externo-costal.

Si se considera la ganancia de peso vivo para averiguar la tasa de crecimiento de la canal, hay que recordar que la composición del peso ganado puede variar ampliamente durante la vida del cordero, ya que los coeficientes de alometría de los distintos órganos dependen de la velocidad de ganancia de peso vivo. Boccard y Dumont (1970) encontraron que con ganancias medias diarias entre 75 y 275 g/día se consigue una tasa óptima de incremento relativo de los músculos. En los bovinos, si se emplea el peso vivo vacío, la canal posee alometría positiva ( $b = 1.05$  a  $1.1$ ), ya que los depósitos grasos tardíos se encuentran en ella (Béranger, 1969).

Los corderos crecen generalmente con mayor rapidez en las primeras semanas siguientes al nacimiento (Kempster et al., 1976a; Thos et al., 1980), siendo éste un período de crecimiento lineal, transcurrido el cual decrece el ritmo de crecimiento. Esto se mide mediante el índice de crecimiento; un alto ritmo de crecimiento representa, generalmente, una más eficaz conversión del alimento, ya que éste no sólo se requiere para producir el cordero cebado, sino también para mantenerlo mientras crece.

### *Efectos del sexo*

El desarrollo de los tejidos de la canal es función del sexo (Boccard et al., 1976), ya que el desarrollo muscular es mayor en el macho que en la hembra, mientras que la proporción relativa músculo/hueso es superior en las hembras, dado que los machos poseen mayor desarrollo óseo (Wood et al. 1980).

Las hembras al mismo peso que los machos, han alcanzado un mayor porcentaje de su peso adulto, un mayor desarrollo y mayor engrasamiento (Butterfield, 1988; Huidobro y Jurado, 1989; Cañeque et al., 1990; Cañeque et al. 1991), por lo que aquellas se sacrifican con menor peso vivo que los machos (Berg y Butterfield, 1976).

Los efectos del genotipo y el sexo tienden a desaparecer cuando las canales se comparan al mismo estado de desarrollo (Thompson y Butterfield, 1987). Sin embargo, en la práctica al sacrificarse los animales a un peso relativamente uniforme, raza y sexo son también factores importantes en las características de la canal y sus efectos se mantienen al menos parcialmente.

Entre los factores de cría que ejercen una mayor influencia, el sexo de los corderos aparece en primer plano, pues las hembras dan lugar a una grasa subcutánea más saturada (Molénat y Thériez, 1973) a la vez que a un nivel de engrasamiento superior por su mayor precocidad (Crouse et al. 1978).

Según Hammond (1932) y Boccard et al., (1976), el desarrollo de los tejidos de la canal es función del sexo, ya que el desarrollo muscular es mayor en el macho que en la hembra, mientras que la proporción relativa M/H es superior en las hembras por presentar los machos mayor desarrollo óseo.

Wynn y Thwaites (1981) señalan que los machos poseen más hueso y menos grasa que las hembras. Butterfield (1988) es de la opinión de que el crecimiento de los machos es un fenómeno más completo que el de las hembra o machos castrados, en especial en lo que se refiere a la musculatura.

Para todas las especies animales, los machos tienen menos grasa que las hembras a la misma edad y peso corporal. En vacuno y ovino las hembras intactas gonadálmente son más grasas que los machos intactos o castrados, aunque éstos lo son más que los enteros. La deposición grasa en los machos castrados y en las hembras gonadálmente intactas empieza alrededor de la misma edad, pero el índice de deposición es más rápido en las hembras (Boggs y Merkel, 1990).

Los machos enteros dan canales con más músculo, más hueso y menos grasa que los castrados de igual peso, que a su vez contienen más músculo y menos grasa que las hembras (Kirton, 1982).

En el ovino, McClelland et al. (1976) señalan que el mayor engrasamiento que presentan las hembras con respecto a los machos a un mismo peso vivo, se debe a su mayor estado de madurez, comprobando que para un mismo estado las diferencias entre sexos en la cantidad de grasa, expresada como porcentaje del peso vivo vacío o del peso canal, desaparecían.

Sobre esta base, las canales hembras de cordero pueden contener un 2-4% de grasa química referido al peso de la canal, mayor que las canales de machos castrados, los cuales en



cambio contienen un 2-4% más de grasa química que las canales de machos enteros (Kirton, 1982; Kirton et al., 1982). Diferencias similares (3-8%) han sido encontradas entre machos y hembras cuando el contenido graso de la canal era medido por disección (Fourie et al., 1970; Buttler-Hogg et al., 1985). Siempre las diferencias tienden a ser superiores a mayores pesos.

Olleta et al. (1989) estudiaron la calidad de la canal y de la carne en corderos de raza Churra Tensina criados en el pasto con la madre y sacrificados a los 8-10 meses con un peso de 33,9 Kg los machos y 29,6 Kg las hembras. A los 30 días ya se encontraron diferencias significativas entre sexos que aumentaron hasta los 90 días y disminuyeron a mayor edad. Las canales presentaron una elevada proporción de músculo (66%), no existiendo diferencias entre sexos, y un bajo porcentaje en grasa (15% contra 16,9% en machos y hembras, respectivamente).

Con respecto a la localización, el sexo influye sobre el índice de grasa almacenada entre los diferentes depósitos (Jones et al., 1990). Mendizabal y Soret (1997), comprobaron que en corderos de raza Latxa y Rasa Aragonesa, las hembras presentan mayor cantidad de grasa omental, mesentérica y pelviorrenal que los machos, siendo principalmente la grasa pelviorrenal en donde las hembras tenían una mayor hipertrofia de los adipocitos.

En corderos machos, Solomon et al. (1990) al comparar castrados con enteros, observó que los enteros presentaban un menor espesor de grasa subcutánea (cm) y una menor proporción de lípidos intramusculares (0.26 cm y 3,8%) que los castrados (0.56 cm y 4,9%).

#### *Efectos de la raza y el tipo corporal*

Kirton (1982) y Simm (1987) señalan que las razas de menor peso a la madurez tienden a producir canales con más grasa y menos músculo y hueso, que las de mayor peso cuando la comparación se realiza a igual peso de la canal. Las razas precoces alcanzan su desarrollo a edades tempranas por lo que su conformación es buena cuando llegan al peso óptimo de sacrificio. En general las razas españolas no se encuadran en esta categoría, ya que como señalan Espejo et al. (1977) las razas Manchega, Raza Aragonesa y Merina poseen una mala conformación cuando los corderos se sacrifican a pesos bajos.

La raza influye fundamentalmente en el formato corporal adulto. Comparando animales del mismo peso, aunque de distinta raza, en los individuos que pertenecen a razas de pequeño formato hay más proporción de grasa a un peso dado (Valls, 1980).

El tamaño corporal y el engrasamiento de la canal muestran una considerable diversidad genética en ovino (Wolf et al., 1980; Kempster et al., 1987). Los corderos de razas con distinta composición corporal, muestran claras diferencias en el metabolismo de la grasa y en las características de los adipocitos (Sinnott-Smith y Woolliams, 1988).

La raza influye sobre la distribución de grasa entre los diferentes depósitos (Kempster y Cuthbertson, 1977a; Truscott et al., 1983), existiendo también una considerable variación del engrasamiento de la canal, a cualquier peso de ésta, entre diferentes animales de la misma raza o cruce. Mientras que las variaciones dentro de la misma raza son medioambientales, está bien establecido que hay un considerable control genético sobre las diferencias en el engrasamiento entre animales de la misma raza. (Bass et al., 1990). Las variaciones genéticas en el engrasamiento están acompañadas de diferencias cuantitativas y cualitativas en el modelo del metabolismo graso.

En el interior de una misma raza, las hembras son más precoces y se engrasan más tempranamente que los machos (Kempster, 1981), si bien el momento en el que empiezan a ser significativas dichas diferencias varían de una raza a otras en función de su precocidad, asociada a su formato adulto.

Por otra parte, Hopkins et al. (1993) indican que la relación entre las medidas del espesor de la grasa hechas en diferentes lugares dentro del depósito subcutáneo está influido por la raza.

Kirton (1982) y Simm (1987) afirmaron que las razas de menor peso adulto tienden a producir canales con más grasa y menos músculo y hueso, que las de mayor peso cuando la composición de la canal se compara a igual peso de la misma. Esto mismo ha sido señalado por Cuthbertson y Kempster, (1982), afirmando que cuando se compara la composición tisular de diferentes razas que son sacrificadas a igual grado de madurez, la mayoría de las diferencias se atenúan.

Guía y Cañeque (1992) en corderos Talaveranos, cebados en aprisco con pienso comercial y sacrificados a edades comprendidas entre los 42 y 133 días, obtuvieron para el componente titular graso, una evolución creciente con la edad desde un 17% hasta un 29%, una pequeña variación entre un 55% y un 60% para el tejido muscular, y una tendencia decreciente entre un 25 y un 15% para el tejido óseo.

#### 4.2.- Extrínsecos

##### *Efecto de la nutrición y el manejo*

Antes del destete el crecimiento es directamente proporcional al consumo de leche (Sauvant et al. 1979). Cuando este es bajo, es necesaria una suplementación en energía o bien destetar al cordero cuanto antes, ya que el consumo de alimento aumentará rápidamente después del destete (Langlands y Donald, 1975).

El cordero comienza a ingerir pequeñas cantidades de hierba sólo dos o tres semanas después de su nacimiento, a partir de entonces la ingestión aumenta rápidamente hasta los 90-100 días, para después tender a estabilizarse (Gibb et al. 1981).

Langlands y Donald (1975) estimaron que la ingestión de pasto en corderos de 20 días de edad pastando junto a sus madres solo representaba el 1% de la materia orgánica digestible ingerida, a los 30 días representaba un 13% y únicamente a partir de los 60 días de edad llegaba a sobrepasar el 50%.

El comportamiento alimentario de los corderos varía con la cantidad de leche de que disponen, tendiendo a incrementar su ingestión de hierba al disminuir la cantidad de leche a su disposición (Joyce y Rattray, 1970). La capacidad para compensar un menor crecimiento, causado por una menor ingestión de leche incrementando el consumo de pasto, se ve condicionada por el grado de competencia con las madres (Gibb y Treacher, 1978), la disponibilidad de pasto (Gibb et al., 1981) y la calidad del mismo (Joyce y Rattray, 1970).

Como ya se ha comentado al hablar del esquema de Hammond (Pálsson, 1955), cuando el aporte de principios nutritivos durante el crecimiento es escaso, los órganos importantes (cabeza, corazón, pulmón y hueso) utilizan la mayor parte de aquellos, y por lo tanto sufre una inhibición el desarrollo de las regiones corporales que se forman más tarde (musculatura y tejido adiposo), pero cuando la velocidad de crecimiento es alta, el animal se engrasa más.

Pálsson y Vergés (1952a y 1952b) observaron que cuando sus propios resultados eran reanalizados sin tener en cuenta las variaciones en el contenido graso, el nivel nutricional diseñado en su experimento no ejercía efecto alguno sobre el peso relativo total de hueso y músculo, o sobre el hueso más el músculo. Igualmente, al restringir la alimentación, el peso de hueso y músculo de la cabeza y el cuello aumentaba con respecto al peso de hueso total más músculo total.

Si hay un aporte suficiente de materias nitrogenadas, se produce un crecimiento rápido y el animal se mantiene delgado. Si lo que se produce es un aporte elevado de energía, el crecimiento será rápido, y el animal se engrasará.

Hammond (1932) ya llamó la atención hacia la necesidad de una nutrición óptima para asegurar la máxima expresión de las características genéticas. La alimentación influye directamente en la velocidad de crecimiento, cuya influencia ya fue explicada más arriba.

La ingestión de energía es un factor prioritario en el control de la deposición de grasa, así que una ingestión de energía incrementada por encima de las necesidades de mantenimiento y en animales en crecimiento resulta en una hipertrofia de los adipocitos (Haugebak et al., 1974; Hood y Thornton, 1979).

Generalmente, el vacuno y el ovino alimentados con dietas de forraje de baja energía tienen menos grasa intramuscular que aquellos alimentados con dietas de grano altamente energéticas. Así mismo, una dieta alta en forraje produce unas canales ovinas más magras y más tiernas que las canales de cordero alimentados con una dieta conteniendo un alto índice concentrado:forraje (Solomon et al., 1986; Solomon y Lynch, 1988).

La deposición de grasa intramuscular parece más dependiente de la edad del vacuno, ovino y porcino que de la composición de la dieta, cuando ésta es nutritivamente adecuada (Allen, 1976). Esta observación obviamente refleja el último desarrollo de la grasa intramuscular. En el vacuno, sin embargo, los lípidos de la grasa intramuscular son cuantitativamente más importantes en los criados en aprisco, cuando se compara con aquellos alimentados en el campo (Miller et al., 1986).

Ciertos defectos en la grasa del cordero tienen su origen en el régimen alimenticio ofrecido, antes y después del destete. El depósito adiposo es tanto más blando cuanto mayor es su contenido en agua, menor el de ácidos grasos saturados y mayor la cantidad de ácidos grasos de 16 ó 17 átomos de carbono lineales y ramificados (Therière y Molenat, 1972).

Antes del destete el cordero se comporta como un monogástrico y la composición de los depósitos grasos es el reflejo de la composición en ácidos grasos de los lípidos alimenticios ingeridos (Stokes y Walker, 1970; Aurousseau et al., 1973). Después del destete, las diferencias de composición de los depósitos grasos debidas al régimen anterior disminuyen pero permanecen aún sensibles hasta los 110-140 días de edad.

## 5.- FACTORES QUE AFECTAN A LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS

Una consideración sobre los factores que controlan la deposición de los ácidos grasos en las canales de rumiantes podría beneficiar a los productores y a los consumidores en distintas formas:

- Podría ser posible el control de la deposición de la grasa, la cual es energética y económicamente cara.
- Al considerar los factores que afectan a la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos, puede ser posible efectuar alguna modificación, o al menos definir la edad óptima de sacrificio.
- Modificando el contenido en ácidos grasos se pueden controlar o al menos considerar los efectos del consumo de estas grasas sobre la salud humana.

Desde que se demostró una correlación entre la incidencia de enfermedad coronaria (CHD) y el incremento del colesterol plasmático, y entre la ingestión de grasas saturadas y el colesterol plasmático se ha llevado a cabo una campaña contra el consumo de grasas animales (NIH, 1984; American Heart Association, 1986; HHS, 1988).

El índice de ácidos grasos polinsaturados:ácidos grasos saturados puede ser, según algunos especialistas de la salud, un factor importante en el control del colesterol sérico para los individuos que poseen un alto riesgo de padecer enfermedades coronarias (Food and Nutrition Board, 1980; Grundy, 1986).

Bonamone y Grundy (1988) demostraron que una dieta alta en ácido esteárico (C18:0) no eleva los niveles plasmáticos de colesterol LDL, ni reduce el colesterol HDL, quizás porque es pobremente digerido o malabsorbido y puede ser desaturado fácilmente a ácido oleico (C18:1) (Keys et al., 1965). Kritchevsky (1988) comprobó que los ácidos grasos insaturados disminuyen los niveles plasmáticos de colesterol, aparentemente al mejorar el receptor de LDL y facilitar la excreción de colesterol por medio de los ácidos biliares.

En las recomendaciones dietéticas la ingestión de ácidos grasos saturados no debe exceder del 10% de las calorías, así como la ingestión de ácidos grasos polinsaturados tampoco, siendo la composición ideal restante de la dieta grasa en forma de ácidos grasos

monoenoicos. Aunque la función del colesterol de la dieta como un contribuyente al colesterol plasmático es cuestionable, la recomendación general es limitar la ingestión a 100 mg/1000 Kcal, no excediendo de 300 mg/día (American Heart Association, 1986; NAS/NRC, 1988).

## 5.1.- Intinsecos

### *Edad y peso*

La composición en ácidos grasos de los depósitos adiposos varía en función de la edad de los animales aunque resultados diferentes y contradictorios pueden ser observados según el tipo de animal y las condiciones en que son criados.

Los corderos recién nacidos muestran una deficiencia bioquímica clásica de ácidos grasos esenciales (Noble et al., 1971a y 1972; Moore y Noble, 1975; Palmquist et al., 1977). Esto puede ser como consecuencia de la extensa biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos polinsaturados de la dieta de la madre (Viviani, 1970), por lo que se produce una pequeña absorción de ácidos grasos esenciales.

Los terneros al nacimiento contienen muy poco tejido adiposo (<4%) (Johnson et al., 1973) derivado principalmente de la síntesis endógena. Los depósitos grasos de estos animales están caracterizados por un alto porcentaje (35%) de ácido palmítico (C16:0) (Dahl, 1962; Garton and Duncan, 1969), siendo los otros principales ácidos grasos, el oleico (C18:1) (40-50%) y el ácido esteárico (C18:0) (6-10%).

Por comparación, los depósitos grasos de los ovinos recién nacidos contienen menos ácido palmítico (C16:0) (20-23%) y más ácido esteárico (C18:0) (13-17%) (Garton and Duncan, 1969; Leat et al., 1977). En los depósitos grasos u otros tejidos de los rumiantes recién nacidos no se deposita más ácido linoleico (C18:2), puesto que cantidades inapreciables de éstos ácidos grasos cruzan la placenta (Leat, 1966).

Después del nacimiento, el porcentaje de ácido esteárico (C18:0) en la grasa perinefrítica del vacuno se incrementa cuando el rumen empieza a funcionar, gradualmente hasta que los valores máximos se alcanzan alrededor de 1 año de edad (Leat, 1975). Esto es debido ciertamente a la deposición de ácido esteárico (C18:0) formado por hidrogenación en el rumen. Sin embargo, después de 1 año de edad, el porcentaje de ácido esteárico (C18:0)

gradualmente descendiende, siendo reemplazado por el ácido oleico (C18:1). En el ovino y caprino, sin embargo, persisten en los depósitos grasos de los animales maduros altos niveles de ácido esteárico (C18:0) (Leat y Cox, 1980).

Parece existir una relación entre el engrasamiento del vacuno y el grado de insaturación de los depósitos grasos, un animal más engrasado tiene más insaturados los depósitos grasos (Leat y Cox, 1980). Este cambio en la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos bovinos coincide con la fase de engrasamiento del desarrollo y sugiere que en éste estado los depósitos grasos saturados, principalmente de origen exógeno, son suplidos con ácidos grasos endógenos de mayor insaturación.

Por tanto, está demostrado que en los rumiantes los ácidos grasos insaturados parecen aumentar con la edad y con la adiposidad (Hecker et al., 1975), siendo esto tanto más marcado cuando los animales son criados de forma intensiva (Aurousseau, 1981). Este fenómeno parece alcanzar un límite a lo largo del crecimiento (Wahle et al., 1978). Las variaciones encontradas son consecuencia de una reducción de la actividad de la lipólisis por lo cual los ácidos grasos insaturados son reesterificados más rápidamente que los ácidos grasos saturados.

En el caso de la grasa intramuscular se ha comprobado (Link et al., 1970) una disminución en la proporción de fosfolípidos (referido a la cantidad total de lípidos) al aumentar el contenido total en lípidos del músculo, o sea, que el contenido en fosfolípidos permanece constante mientras que el de lípidos totales aumenta con la edad y el peso, al aumentar el estado de engrasamiento del animal.

### *Sexo*

El efecto de un metabolismo diferente según el sexo se traduce en variaciones a nivel de la composición en ácidos grasos, tanto en los lípidos de reserva como en los estructurales. En los ovinos el sexo constituye un factor de variación importante de la composición de los ácidos grasos del tejido adiposo.

En las hembras el contenido en ácidos grasos saturados es más elevado que en los machos (Molenat y Theriez, 1973) como consecuencia de una mayor proporción de ácido esteárico (C18:0). También según Wood (1984), los corderos machos poseen una grasa más

insaturada que las hembras, con un punto de fusión más bajo y, por tanto, una grasa más blanda, un mayor contenido de ácidos grasos polinsaturados - linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) - y un menor contenido de saturados - esteárico (C18:0) y palmítico (C16:0).

Sin embargo, Campo et al. (1995) en corderos de tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa observaron que la grasa subcutánea de las hembras presenta mayor contenido de ácidos grasos insaturados.

Solomon et al. (1990) al comparar corderos castrados con enteros, observó que los enteros presentaban una mayor cantidad de polinsaturados totales en el m. *Longissimus dorsi* (7,06%) que los castrados (5,21%), debido a un mayor acumulo de ácidos linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquidónico (C20:4) y oleico (C18:1). Como también comprobaron Girarg et al. (1983).

Para las diferentes localizaciones de los depósitos grasos también existen variaciones debidas al sexo. Así Kemp et al. (1981) observaron que las diferencias totales en la insaturación de los ácidos grasos debidas al sexo fueron más bajas para la grasa intramuscular que para las grasas pelvcorenal y subcutánea. En la pelvcorenal, los machos enteros tuvieron más ácidos oleico (C18:1) y linolénico (C18:3), y, por tanto, más insaturados totales (51,7% vs. 53,4%) que los castrados; y en la subcutánea, las hembras tuvieron más ácido oleico (C18:1) y más insaturados totales que los castrados y éstos a su vez más ácido esteárico (C18:0) y menos palmitoleico (C16:1) que los enteros.

En cambio, en el vacuno castrado se produce un incremento de la insaturación de la grasa de depósito (Dahl, 1962); y las hembras tienen más grasa insaturada que los machos (Leat, 1977). Sin embargo, estas diferencias no pueden relacionarse con un efecto directo de las hormonas sexuales, pero sí indirectamente a través de la cantidad de grasa del animal. En general, las hembras son más grasas que los machos y se sabe que la insaturación de la grasa de depósito se incrementa cuando se incrementa la deposición de la grasa.

### *Raza*

Aunque el origen genético parece tener influencia en la cantidad de lípidos depositados, tiene poco efecto sobre la composición en ácidos grasos de los porcinos (Henry, 1972), de los bovinos (Flancy, 1972; Jones et al., 1981) y de las aves (Edwards et al., 1973).



Los efectos de la raza sobre la composición en ácidos grasos en los diferentes depósitos grasos de la canal de los rumiantes, han sido estudiados ampliamente, mostrando sólo ligeras diferencias. Boylan et al. (1976), encontraron diferencias significativas en distintas razas ovinas en la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea. Palanska et al. (1994) también encontraron diferencias entre una raza mejorada y una rústica en cuanto a la insaturación de la grasa intramuscular, siendo más insaturada la raza rústica. La precocidad de una raza también parece influir en la saturación de la grasa, siendo las razas más precoces las que presentan un mayor nivel de engrasamiento y, por tanto, una mayor insaturación (L'Estrange, 1980; Wood, 1984).

### Especie

El perfil de ácidos grasos varía ampliamente entre las especies de los animales productores de carne y constituye a menudo una característica de las mismas. En la Tabla II.7. figura un resumen de los principales ácidos grasos del tejido adiposo encontrados en algunas especies zootécnicas.

**Tabla II.7.**  
Composición media y variabilidad de los principales ácidos grasos (%) de las grasas de diferentes especies zootécnicas (Wolf, 1968)

Ácidos grasos	Vacuno (sebo)	Ovino (sebo)	Porcino (manteca)
C 14:0	3 (2,7-3,3)	2,6 (1,9-4,6)	1,4 (1,3-1,5)
C 16:0	25,9 (24,5-27,4)	21,2 (17,7-24,2)	27,1 (24,6-32,6)
C 16:1	2,7 (2,2-3,4)	1,2 (0,7-1,8)	2,3 (1,8-2,8)
C 18:0	23,3 (15,9-28,1)	33,6 (21,2-40,4)	19,2 (15,1-24,3)
C 18:1	35,6 (31,6-41,8)	29,0 (26,4-38,9)	42,1 (37,0-44,1)
C 18:2	2,4 (1,0-3,9)	4,3 (3,3-6,4)	5,2 (3,3-6,1)
C 18:3	1 (0,4-1,8)	4,9 (3,2-5,4)	1,4 (0,9-2,8)
C Impar y ramificado	5,8 (3,5-6,8)	4,9 (3,2-5,4)	1,4 (0,9-2,8)

Se observa que los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C18:1) predominan en las especies más consumidas, y la proporción de ácido palmítico (C16:0) es prácticamente idéntico en todas las especies de mamíferos, siendo ligeramente más baja en

las aves.

El vacuno tiene el mayor porcentaje de ácidos grasos saturados (38 %) y los más bajos porcentajes de ácidos grasos polinsaturados (3,5 % del total). El porcino y el ovino tienen similares porcentajes de ácidos grasos saturados (30 y 35 %), pero el porcino tiene más ácidos grasos polinsaturados (4 al 15 %) que el ovino (6,5 %). (USA, Council for Agricultural Science and Technology, 1991). La carne de pollo presenta un mayor contenido de ácidos grasos polinsaturados que las carnes rojas (Rhee, 1992). Sin embargo, los músculos del conejo contienen una mayor proporción de ácidos grasos polinsaturados que los del pollo (Griffiths et al., 1989).

En general, los rumiantes presentan una grasa más saturada que los monogástricos debido principalmente a la hidrogenación de los ácidos grasos insaturados de la dieta a los correspondientes saturados, ligado a la actividad de los microorganismos ruminales (Smith, 1993). También la proporción de ácidos grasos impares y/o ramificados es más importante en los rumiantes que en las otras especies siendo sintetizadas por los microorganismos de su aparato digestivo.

En la Tabla II.8. se puede observar la variación existente de los ácidos grasos totales en función de la especie animal en los depósitos intramuscular y subcutáneo.

**Tabla II.8.**  
**Composición en % de los ácidos grasos totales de los lípidos intramusculares (i) y subcutáneos (s) de diferentes especies (Kühne et al., 1985)**

Especies	n	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2
Porcino	130 (i)	1,2	24,2	3,3	12,0	48,6	7,1
	(s)	1,3	23,9	2,9	10,5	48,6	9,9
Vacuno	608 (i)	2,3	25,3	3,0	18,2	42,8	2,4
	(s)	3,0	24,8	6,1	12,3	45,2	1,5
Ovino	116 (i)	3,5	23,4	2,6	15,5	44,9	2,3
	(s)	4,2	22,9	3,1	16,1	42,0	2,0
Conejo	66 (i)	3,3	29,4	6,4	6,9	33,2	15,4
	(s)	3,2	28,9	4,9	7,6	32,7	17,1
Aves	360 (i)	0,6	20,7	3,7	7,1	36,9	25,1

En dicha tabla, se observa que la carne de conejos y aves está caracterizada por su riqueza en ácidos grasos polinsaturados y en ácido palmitoleico (C 16:1) y una menor cantidad de ácido esteárico (C 18:0), mientras que la carne de rumiantes (vacuno y ovino) se caracteriza por una mayor cantidad de ácido oleico (C 18:1) que los anteriores. En cuanto a la carne de porcino, ésta presenta una riqueza tanto de ácido oleico (C 18:1) como de linoleico (C 18:2) y una baja proporción de ácido mirístico (C 14:0), aunque algo superior a la de las aves.

Por las características de polaridad de los depósitos adiposos se observa que la cantidad de fosfolípidos del músculo varía poco según la especie considerada. El contenido en triglicéridos está afectado por la especie, presentando una evolución semejante a la del contenido en lípidos del músculo. La Tabla II.9. proporciona una idea de las proporciones de triglicéridos y de fosfolípidos contenidos en los músculos de las diferentes especies.

Como se puede observar, la proporción de lípidos neutros en el m. *Longissimus dorsi* de las diferentes especies es muy alto en relación a los fosfolípidos, sin embargo en el m. *Pectoral* las proporciones se invierten. En general los fosfolípidos se caracterizan con relación a los triglicéridos por un grado de insaturación mucho más elevado, con proporciones importantes en los ácidos linoleico (C18:2) y araquidónico (C20:4).

**Tabla II.9.**  
**Aspectos cualitativos de los lípidos de depósito de los músculos de diferentes especies**

	Vacuno	Ovino	Porcino	Pavo (4)		Pollo (5)	
	L.D. (1)	L.D. (2)	L.D. (3)	Pectoral	Muslo	Pectoral	Muslo
Lípidos totales							
en g/100 g de carne	10	5,7	4,6	1	3,7	1,05	3,58
% de LN							
de los lípidos totales	94,2	83	79	29	74	40	72,5
% de PL							
de los lípidos totales	5,8	10	21	71	26	60	27,5

(1) Terrel et al., (1968)

(2) Lazarus et al., (1977)

(3) Allen et al., (1967)

(4) Wangen et al., (1971)

(5) Touraille et al., (1981)

Otro de los componentes esenciales para conocer la calidad de la carne y de los

tejidos adiposos es el colesterol, cuyo contenido se indica en la Tabla II.10. para las diferentes especies.

**Tabla II.10.**  
**Contenido en colesterol de las canales (carne cruda) provenientes de diferentes especies (en mg de colesterol por 100 g de carne cruda)**

Especie	Epley et Allen (1978)	Bloch (1977)
Vacuno (crudo, sin hueso)	68	70
Porcino	62	70
Ovino	71	70
Ternero lechal	71	90
Pollo	-	60

#### *Posición anatómica*

Se sabe a ciencia cierta que en los rumiantes, como en los cerdos, la insaturación de los depósitos grasos varía con la localización anatómica, siendo la grasa intramuscular más insaturada que el resto de los depósitos y la grasa subcutánea más insaturada que la grasa intermuscular y los depósitos internos (Ostranger y Dugan, 1962; Hildritch y Williams, 1964; Eichhorn et al., 1986).

En los rumiantes, la composición de ácidos grasos de la grasa subcutánea varía con la distancia a la piel y normalmente, pero no invariablemente, hay un gradiente de insaturación con la capa de grasa más profunda, siendo de consistencia más firme, más saturada y con mayor contenido de ácido esteárico (C18:0) que la localizada inmediatamente subcutánea (Leat, 1975). También, Girard (1986) encontró un gradiente positivo de insaturación del centro de la canal a la periferia. La localización anatómica y la temperatura del depósito influyen en la consistencia de la canal, siendo importantes las diferencias en la composición de ácidos grasos de la fracción lipídica.

Entre los ácidos grasos mayoritarios, parece ser que la concentración de ácido esteárico (C18:0) es el que más afecta a la consistencia de la grasa subcutánea, observándose una alta correlación entre éste ácido graso y el punto de fusión. En cambio, el ácido oleico (C18:1), el insaturado que se encuentra en mayor proporción en la grasa, se correlaciona

escasamente con la consistencia. Sin embargo, el linolénico (C18:3), que se encuentra en una proporción inferior, tiene un marcado efecto en dicha característica, observándose una correlación negativa entre su concentración y el punto de fusión (Wood, 1984).

Los ácidos grasos palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1) y esteárico (C18:0) contribuyen a las mayores diferencias observadas en la composición en ácidos grasos entre los distintos depósitos grasos, por lo que diversos autores han vinculado las características de la grasa de los diferentes depósitos con la presencia de determinados ácidos grasos. Así, Kemp et al. (1981) observaron que la grasa pelvcorenal de corderos tuvo más ácido esteárico (C18:0) y menos oleico (C18:1) que la grasa subcutánea, y la intramuscular tuvo la menor cantidad de ácido esteárico (C18:0).

En el vacuno, ovino y caprino, la proporción de ácido esteárico (C18:0) se incrementa y la proporción de ácido palmitoleico (C16:1) decrece con el incremento de espesor de la grasa subcutánea. En el ovino, la proporción de ácido oleico (C18:1) decrece con el aumento de espesor, mientras que en el vacuno, el porcentaje de ácido oleico (C18:1) tiende a incrementarse en las capas más profundas. Las capas más delgadas de grasa subcutánea son menos saturadas que la grasa intermuscular, la cual es en cambio menos saturada que la grasa perinefrítica. Cortes de carne que contengan grasa subcutánea tenderán a ser menos saturadas que las que contengan más grasa intermuscular.

Este gradiente en la insaturación no es universal a todas las especies, y algunos animales, por ejemplo, los caballos, no muestran virtualmente ningún gradiente (Dahl, 1958). Callow (1958) y Marchello et al. (1967) sugirieron que la temperatura local del depósito, el índice local de deposición de grasa y el nivel local de engrasamiento pueden ser algunos de los factores envueltos en la determinación de la composición en ácidos grasos.

También existen diferencias de composición, en función de la localización según un eje longitudinal con relación a la canal. Así en los ovinos, los triglicéridos de las partes anteriores del cuerpo son menos insaturadas que las partes posteriores (Aurosseau, 1981).

Dentro de la variación intermuscular para la composición de ácidos grasos intramusculares, García et al. (1995) encontraron en corderos lechales Merinos de 10,4 Kg de peso vivo, una composición muy similar entre diferentes músculos, considerando la misma proporción de grasa intramuscular. Además, encontraron una alta cantidad de ácido linoleico

(C18:2) comparado con otros lípidos intramusculares de rumiantes (García y Casal, 1992).

Sin embargo, la composición en ácidos grasos de cada una de las fracciones de triglicéridos y fosfolípidos es variable según la localización anatómica de los músculos (Allen y Foegeding, 1981). En el caso de los bovinos, en un estudio realizado sobre la composición en ácidos grasos de los lípidos neutros y de los polares se ha encontrado que el m. *Longissimus dorsi* es ligeramente más saturado que los músculos *Triceps brachii* y *Semitendinosus*.

## 5.2.- Extrínsecos

### *Dieta*

El tipo de grasa de la dieta constituye la mayor fuente de variación en la composición en ácidos grasos de los lípidos de depósito, de forma particular en los animales monogástricos. La concentración de un ácido graso en la canal y la carne no sólo está influida por la cantidad de dicho ácido graso en la dieta, sino también por las tasas de otros ácidos grasos, tanto de la dieta, como de origen endógeno (Cobos et al., 1994).

Puesto que los ácidos grasos de la dieta son hidrogenados en el rumen, la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos de los rumiantes no están relativamente afectados por las alteraciones de la grasa de la dieta. Así, la alimentación con aceites insaturados en los rumiantes tiene poco efecto o ninguno sobre la composición en ácidos grasos en su tejido adiposo (Tove y Mochrie, 1963; Dryden et al., 1973).

Sin embargo, si los ácidos grasos polinsaturados llegan al lugar de absorción, son absorbidos y depositados como en los animales no rumiantes. Esto ocurre, por ejemplo, en los animales lactantes cuando el reflejo de la gotera esofágica permite que los lípidos de la dieta pasen el rumen y entren al abomaso directamente, siendo una forma de incrementar los ácidos grasos polinsaturados de la canal y de la carne, al añadirlos en forma de sustitutos lácteos (Connolly, 1974).

Así, Wright et al. (1977), al alimentar a corderos lactantes con aceite de girasol encontraron incrementos significativos en el nivel de ácido linoleico (C18:2) en la grasa subcutánea, en la perinefrítica y en la intramuscular, acompañado por disminuciones de los

ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y linolénico (C18:3). También Solomon et al. (1992) notó que alimentando a los corderos con aceite de palma, rico en ácido palmítico (C16:0), se depositaba una grasa subcutánea más blanca, más firme y más seca, lo que es indicativo de un mayor grado de saturación.

En los rumiantes adultos, bajo condiciones normales de manejo, sólo unas pequeñas cantidades de ácidos grasos polinsaturados de la dieta llegan al intestino delgado. Sin embargo, se ha encontrado que aumentando la proporción de concentrado o de cereales en la ración aumenta el nivel de insaturación de los depósitos gracias a modificaciones de las reacciones bioquímicas en el rumen (Aurosseau, 1981). Es así como ciertos ácidos grasos polinsaturados pueden escapar al fenómeno de hidrogenación que tiene lugar a nivel del rumen, encontrándose incorporados en los lípidos de estructura de los microorganismos. Los ácidos grasos polinsaturados así protegidos pueden entonces fijarse en los tejidos. Aunque este fenómeno es poco importante en los bovinos es más marcado en el ovino.

Otra forma de enriquecer la canal con ácidos grasos polinsaturados es protegiendo los ácidos grasos de la dieta de la hidrogenación al recubrirlos con proteína tratada con formaldehído. Así considerables cantidades de ácidos grasos insaturados de la dieta son incorporados a los depósitos grasos de los rumiantes, particularmente en los animales jóvenes (McDonald y Scott, 1977).

El complejo aceite-proteína recubierta con formaldehído es estable en las condiciones neutras del rumen, mientras que el bajo pH del abomaso provoca su ruptura, permitiendo la absorción de los ácidos grasos polinsaturados en el intestino delgado, pero el inconveniente de los tratamientos con formaldehído es que tiene problemas sanitarios (Ackerson et al., 1976; McDonald y Scott, 1977). Así se usa el aceite vegetal tratado con caseína (Scott et al., 1971; Astrup y Nedkvitne, 1975) o por procedimientos más novedosos tales como la absorción en la fuente de fibra, como con la remolacha azucarera (Ashes et al., 1992). El efecto de una complementación de la ración con lípidos protegidos va acompañado en el caso de los ovinos por un aumento de la adiposidad de la canal (Hood y Thorton., 1979).

La proporción de concentrado y forraje en la dieta no sólo modifica la proporción de tejido adiposo sino que puede tener un efecto en la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos (Wood, 1984; Botkin et al., 1988). Field et al. (1992) encontraron que al

alimentar con altos niveles de maíz a los corderos producía una grasa más blanda y aceitosa, con altos niveles de ácido oleico (C18:1), de ácido linoleico (C18:2) y más bajos niveles de ácido linolénico (C18:3) que los alimentados con alfalfa. La mejora de la velocidad de crecimiento de los corderos criados en aprisco mediante la distribución de alimentos ricos en concentrado va acompañado de un aumento en la proporción de este efecto (Paruelle y Pain, 1982).

También Garton et al. (1972) y Busbom et al. (1981) comprobaron que al alimentar con dietas de cereal a ovino y caprino se puede producir un ablandamiento de los depósitos grasos subcutáneos, causado por una deposición de cantidades inusualmente altas de ácidos grasos de cadena ramificada, las cuales tienen puntos de fusión más bajos que los ácidos grasos normales de cadena recta. Estos ácidos grasos de cadena ramificada están derivados del ácido metilmalónico formado de las grandes cantidades de ácido propiónico producido en el rumen cuando los animales son alimentados con dietas concentradas.

El vacuno, sin embargo, difiere del ovino y caprino, puesto que una alimentación predominantemente con cereal en la dieta produce un incremento en la deposición de ácidos monoenoicos más que ácidos grasos de cadena ramificada (Leat, 1977).

Inversamente, la alimentación con dietas basándose en forraje tiende a incrementar la saturación de los depósitos grasos, principalmente a través de un incremento en el porcentaje de ácido palmítico (C16:0) (Leat, 1977). También Miller et al. (1967) señalaron que una dieta alta en forraje produce un alto nivel de ácido esteárico (C18:0) en la grasa renal.

El contenido lipídico de los forrajes es bajo variando entre 1,4% y 5,1% de la materia seca (Bredon et al., 1987), conteniendo los ácidos linolénico (C18:3), linoleico (C18:2) y oleico (C18:1) en las mayores proporciones de los ácidos grasos totales, siendo, respectivamente, 53%, 13% y 10% (Shorland et al., 1955; Garton, 1960). El hecho que el ácido linoleico (C18:2) estuviera influido por una alimentación con forraje (Casey et al., 1988), soportaría lo señalado por Moore y Christie (1984) de que una proporción de los ácidos grasos polinsaturados ingeridos (10%) pueden fluir a través del rumen.

### *Estación*

La insaturación de los depósitos grasos de los rumiantes está sujeto a cambios



estacionales, encontrándose un máximo en primavera y en otoño, cuando los animales disponen de gran abundancia de alimentación verde en el pasto, y un mínimo en el invierno, cuando consumen principalmente heno y piensos comerciales (Dahl, 1958; Ordoñez y de la Hoz, 1996). Estos cambios son probablemente debidos al incremento en la deposición de ácidos linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) de origen alimenticio, los cuales han escapado de la hidrogenación en el rumen, posiblemente consecuencia de un cambio en la microflora ruminal.

También L'Estrange y Mulvihill (1975) encontraron variaciones en el punto de fusión y en la composición en ácidos grasos de la grasa de corderos según avanzaba progresivamente la estación desde primavera a invierno, notando un incremento en ácido esteárico (18:0) y una disminución en ácido oleico (18:1).

### ***III. MATERIAL Y METODOS***

---

Para la realización de esta Tesis se han planteado dos experiencias basadas en corderos lechales de raza Talaverana.

En la Primera Experiencia, que describiremos como (S x P), se estudia el efecto del Sexo (machos y hembras) y del Peso de sacrificio (10 y 12 Kg de peso vivo), en corderos alimentados exclusivamente con la leche de sus madres y criados permanentemente en el aprisco junto con éstas.

En la Segunda Experiencia, que describiremos como (C x A), se estudia el efecto del sistema de Cría (campo y aprisco) y el de la Alimentación suplementaria a la leche de sus madres (con pienso de iniciación y sin él) en corderos machos sacrificados a los 14 Kg de peso vivo.

## **1.- MATERIAL ANIMAL**

### **1.1.- Animales**

Para la realización de ambas experiencias se utilizó un rebaño de ovejas de raza Talaverana, del Centro de Investigación Agropecuaria "El Dehesón del Encinar", perteneciente a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Para la programación de la paridera se utilizó la concentración de celo, mediante el uso de esponjas vaginales de poliuretano impregnadas de progestágeno (60 mg de FGA o acetato de fluorogestona). Las esponjas se mantuvieron durante 12 días y a las 48 horas de su retirada el 95% de las ovejas entró en celo y se programó la cubrición de forma controlada, utilizándose 8 ovejas/macho.

La sincronización de la paridera, para la facilidad del manejo, se realizó mediante la *inyección intramuscular de 16 mg de betametasona por oveja (1,1 ml/animal de raprobet®)* el día 143-144 de la gestación, siendo así posible agrupar el 90% de los partos entre las 36 y 48 horas después de la inyección.

Tras el nacimiento se eligieron animales procedentes de parto simple, completándose los necesarios para las experiencias con algunos procedentes de parto doble y criados como simples. Hammond (1932) ya había comprobado que los corderos mellizos criados como

simples desde el nacimiento presentaban el mismo tipo de crecimiento que los nacidos simples.

En la experiencia (S x P) se partió de un total de 60 ovejas paridas con corderos simples (30 machos y 30 hembras), prefijándose a la semana del parto los pesos de sacrificio de cada cordero (la mitad de cada sexo a 10 Kg y la otra a 12 Kg), aunque finalmente y con el propósito de homogeneizar los lotes con un peso y edad de sacrificio semejantes, sólo se sacrificaron 22 machos y 23 hembras.

En la segunda experiencia (C x A) se utilizaron un total de 52 corderos machos simples que se seleccionaron de los nacidos en el rebaño a la semana del parto, y que fueron subdivididos en 4 lotes de 13 corderos con sus madres. Dos de los lotes fueron criados en el pasto sobre dos parcelas electrificadas de 1 ha de superficie cada una, y los otros dos en el aprisco, recibiendo un lote de cada sistema de cría un pienso comercial ad libitum. Los otros dos lotes sólo tomaron la leche materna. Todos los corderos fueron sacrificados a un peso de 14 Kg.

## **1.2.- Alimentación y Manejo de los animales**

Los corderos de la experiencia (S x P) recibieron únicamente alimentación láctea hasta el momento del sacrificio. Las madres de dichos corderos, que permanecieron en el aprisco durante toda la experiencia, recibieron una alimentación de acuerdo con su producción de leche, que fue estimada como se describe posteriormente por el método de la oxitocina. Dicha alimentación consistió en la administración ad libitum de un heno de veza-avena, producido en la propia finca, y un aporte de 300 g de un concentrado comercial. La composición química de ambos se puede observar en la Tabla III.1.

Los corderos de la experiencia (C x A) correspondientes a los lotes que recibían un pienso de iniciación, lo tomaron a voluntad hasta el momento del sacrificio y su composición química aparece en la Tabla III.1. En esta experiencia las madres que estaban en el campo consumieron exclusivamente pasto y las que estaban en el aprisco salían a pastar por el día sin los corderos y recibían además un aporte de heno cuya composición se indica en la Tabla III.1. Semanalmente se tomaron muestras de pasto, siendo su composición media la que aparece en la Tabla III.1. La disponibilidad del pasto fue alta (alrededor de ) en el momento

del comienzo de la experiencia.

**Tabla III.1.**  
**Composición química de los alimentos utilizados en las experiencias (S x P) y (C x A) por las**  
**ovejas y sus corderos**

	MS	MO	PB	Grasa	FND	FAD
<b>1ª Experiencia (S x P)</b>						
Heno de Veza-Avena	90.2	92.07	11.9	1.97	47	30.7
Concentrado comercial para ovejas	92.57	90.93	18.84	-	21.34	12.42
<b>2ª Experiencia (C x A)</b>						
Heno de Veza-Avena	89.4	91.10	12.6	1.8	47.6	28.18
Concentrado comercial para ovejas	91.8	91.5	18.43	-	20.84	11.84
Pasto de las parcelas	41.98	89.84	9.4	3.2	45.72	30.63
Concentrado de iniciación para corderos	91.0	-	19.2	3.0	-	-

En ambas experiencias se realizaron controles semanales del peso de los corderos para estimar su crecimiento. En la experiencia (S x P) las pesadas de los corderos se realizaron coincidiendo con los controles de producción de leche.

### 1.3.- Sacrificio de los animales

En ambas experiencias los corderos se pesaron semanalmente y cuando alcanzaron individualmente el peso vivo presacrificio (PVP) prefijado, fueron separados de la madre y llevados al matadero, permaneciendo en ayuno 16 horas, tras el cual fueron pesados de nuevo, obteniéndose el peso vivo real de sacrificio (PVS). El presacrificio en cuanto a tiempo de espera, ayuno y transporte fue idéntico para todos los individuos y equivalente al que se obtiene en condiciones comerciales.

El sacrificio de los animales fue realizado en el matadero experimental de la misma finca "El Dehesón del Encinar", por lo que la diferencia entre PVP y PVS se debe únicamente a las pérdidas por ayuno, no considerándose las pérdidas por transporte.

Aunque la Orden de 24 de septiembre de 1987 (BOE, 29 de septiembre de 1987) admite que las canales de corderos lechales puedan presentarse con cabeza y/o asadura, e incluso recubiertas por el epiplón, en nuestro caso y con el fin de hacer los resultados

comparables, el faenado de los animales siguió el método descrito por Colomer-Rocher et al. (1988). Se obtuvo además del digestivo completo, el peso de los estómagos e intestinos (llenos y vacíos), así como las grasas omental y mesentérica asociadas a los mismos. Por diferencia entre el PVS y el contenido digestivo se determinó el peso vivo vacío (PVV).

La canal se pesó en caliente (PCC) y transcurridas 24 h de refrigeración a 4°C fue pesada nuevamente, obteniéndose el peso de la canal fría (PCF). Por diferencia del PVS, el PCC y el contenido digestivo se obtuvo el peso del quinto cuarto.

## **2.- MATERIAL Y METODOLOGIA DE LA LECHE**

### **2.1.- Toma de muestras**

Los controles de producción de leche y posterior toma de muestras para análisis se llevaron a cabo en la experiencia (S x P), puesto que dichos corderos únicamente recibieron alimentación láctea.

A tal efecto se utilizó la técnica de la doble inyección de oxitocina (Doney et al., 1979), la cual estima el potencial productivo de las madres, pero no la ingestión de leche realizada por las crías. No obstante, cuando el potencial lechero no es muy elevado y los corderos son capaces de ingerir esta producción, ambas variables son similares (Rodríguez, 1997). Si el potencial productivo de las madres no es muy elevado, como ocurre en éste caso, se puede estimar esta ingestión y por lo tanto el índice de conversión de la leche.

El primer control de leche se realizó a la semana de nacimiento de los corderos y posteriormente cada semana hasta que el cordero alcanzó el peso de sacrificio prefijado, momento en el que se realizó a la madre el último control lechero.

La producción total de leche de las ovejas se controló en 24 de ellas (6 ovejas/lote), mediante la inyección intramuscular de 5 UI de oxitocina y ordeño manual completo. El día de control, los corderos eran separados de sus madres y éstas colocadas en un cornadizo autoblocante con comedero. Antes de iniciar el control se distribuía el alimento, con el fin de facilitar el bloqueo de las ovejas e inyectarles la oxitocina.

La vida media de la oxitocina en sangre es aproximadamente de 1 minuto en ganado ovino (Barowicz, 1985), y cuando finaliza su acción sobre las células mioepiteliales se

produce una descongestión de los alvéolos y una subida de la leche hacia las partes superiores de la glándula (Labussière, 1976), por lo que su extracción debe realizarse durante el periodo de acción de la oxitocina.

Así, tras esperar a que se produjese el efecto de la oxitocina, las ovejas eran ordeñadas manualmente hasta que la ubre quedaba totalmente vaciada. La leche así obtenida era rechazada. Cuatro horas después de la primera inyección de oxitocina se volvía a repetir la operación, utilizando la misma dosis de oxitocina, midiéndose entonces en una probeta graduada la cantidad de leche obtenida. El valor así obtenido multiplicado por seis sería la capacidad productiva en 24 horas.

De la leche obtenida tras el segundo ordeño, se tomaron dos muestras, una de ellas fue envasada en recipientes herméticos, conteniendo permanganato potásico como conservante, para el posterior análisis de la composición química, y la otra también envasada en botes herméticos de doble tapa fue congelada a  $-25^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis de ácidos grasos.

## 2.2.- Producción y composición química

Para el cálculo de la producción lechera de las madres bajo control se utilizó el metodo de Fleischmann o del “día centrado”, mediante el cual la producción lechera del período comprendido entre dos controles,  $A_{(i)}$ , será la media de las producciones registradas en dichos controles,  $a_{(i)}$  y  $a_{(i+1)}$ , multiplicada por el nº de días comprendido entre ambos,  $j_{(i)}$ , es decir:

$$A_{(i)} = (a_{(i)} + a_{(i+1)})/2 \times j_{(i)}$$

La producción lechera, por tanto, será la suma del primer control más las sumas de las producciones lecheras de los periodos comprendidos entre la primera semana y la última de control:

$$PL = a_{(1)} + \sum_{(i=1)}^5 A_{(i)}$$

Los análisis de composición química de las muestras de cada uno de los controles fueron realizados mediante un Milko-Scan 104 a/b (Foss Electric), determinándose los

porcentajes de grasa, proteína, lactosa y extracto seco mediante espectroscopia infrarroja, así como el recuento de células somáticas, mediante un Fossomatic-90 (Foss Electric).

### **2.3.- Análisis de ácidos grasos**

Los análisis de ácidos grasos de la leche de las ovejas sometidas a control, se realizaron en las muestras obtenidas semanalmente, que se congelaban a  $-25^{\circ}\text{C}$ .

La realización de los análisis de ácidos grasos totales de la grasa de la leche se llevó a cabo mediante la técnica de cromatografía de gases, en la cual se ha de realizar una extracción previa de dicha grasa y posteriormente una metilación de los ácidos grasos presentes en la misma.

#### *Extracción de la grasa*

En las muestras congeladas de leche se realizó la extracción de la grasa mediante el procedimiento Normalizado Internacional Estándar de Roesse-Gottlieb (1984), con alguna modificación.

Se descongeló la muestra, eliminando el posible suero producido, quedando la capa de grasa separada, de la cual se cogieron 100 ml en un matraz de fondo plano de 500 ml de capacidad. Se añadieron 5 ml de amoníaco y 50 ml de etanol, y se agitó bien para producir la rotura de los glóbulos grasos.

Posteriormente se añadieron 100 ml de eter de petróleo ( $40-60^{\circ}\text{C}$ ) y 100 ml de éter etílico (todo el éter debe estar libre de peróxidos) agitándose vigorosamente. Si se forma una emulsión se añade 1 ml de metanol.

La solución así preparada se vierte a embudos de decantación de 500 ml de capacidad, para la separación de las fases. Se deja reposar hasta la separación, y eliminando la fase inferior se recoge la superior. Se filtra con papel Whatman nº 42 mediante sulfato sódico anhidro para absorber el agua, llevándolo a un matraz redondo de fondo plano y se evaporan los disolventes en rotavapor a  $40^{\circ}\text{C}$ .

Se lleva a estufa 24 horas a  $40^{\circ}\text{C}$  para evaporar los restos de alcohol y se mantiene así hasta la metilación de los ácidos grasos, periodo que no debe sobrepasar una semana.



### *Formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos*

Para la metilación de los ácidos grasos de la grasa de la leche se ha utilizado el método oficial según norma UNE 55118 (1975), no obstante éste método tiene la limitación de ser válido únicamente para muestras cuya acidez no exceda del 2 %.

Se pesa 1 g de grasa química extraída y se disuelve en 10 ml de hexano, añadiéndose 2 ml de potasa (KOH) 2N en metanol a temperatura ambiente. Para ésta metodología se debe utilizar metanol absoluto (99,9%) y eter de petróleo o hexano, que reúnan las características exigidas en la norma UNE 55016 y cuyo contenido en benceno no sea superior al 0,1%.

Casi inmediatamente después de observar la clarificación de la solución suele apreciarse un enturbamiento debido a la separación del glicerol que se sedimenta rápidamente. La solución orgánica de la fase superior conteniendo los ésteres metílicos, formados en la etapa previa a la saponificación debe inyectarse en el cromatografo rápidamente (35 minutos), puesto que una demora en la inyección daría lugar a la formación de jabones con error en la determinación.

### *Condiciones de la cromatografía de gases*

La identificación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de la leche se realizó mediante cromatografía de gases en columna capilar en un cromatografo modelo Hewlett-Packard, provisto de una columna capilar de polietilenglicol CP-Sil 88 de Chrompack con 50 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 1  $\mu$  de espesor de capa.

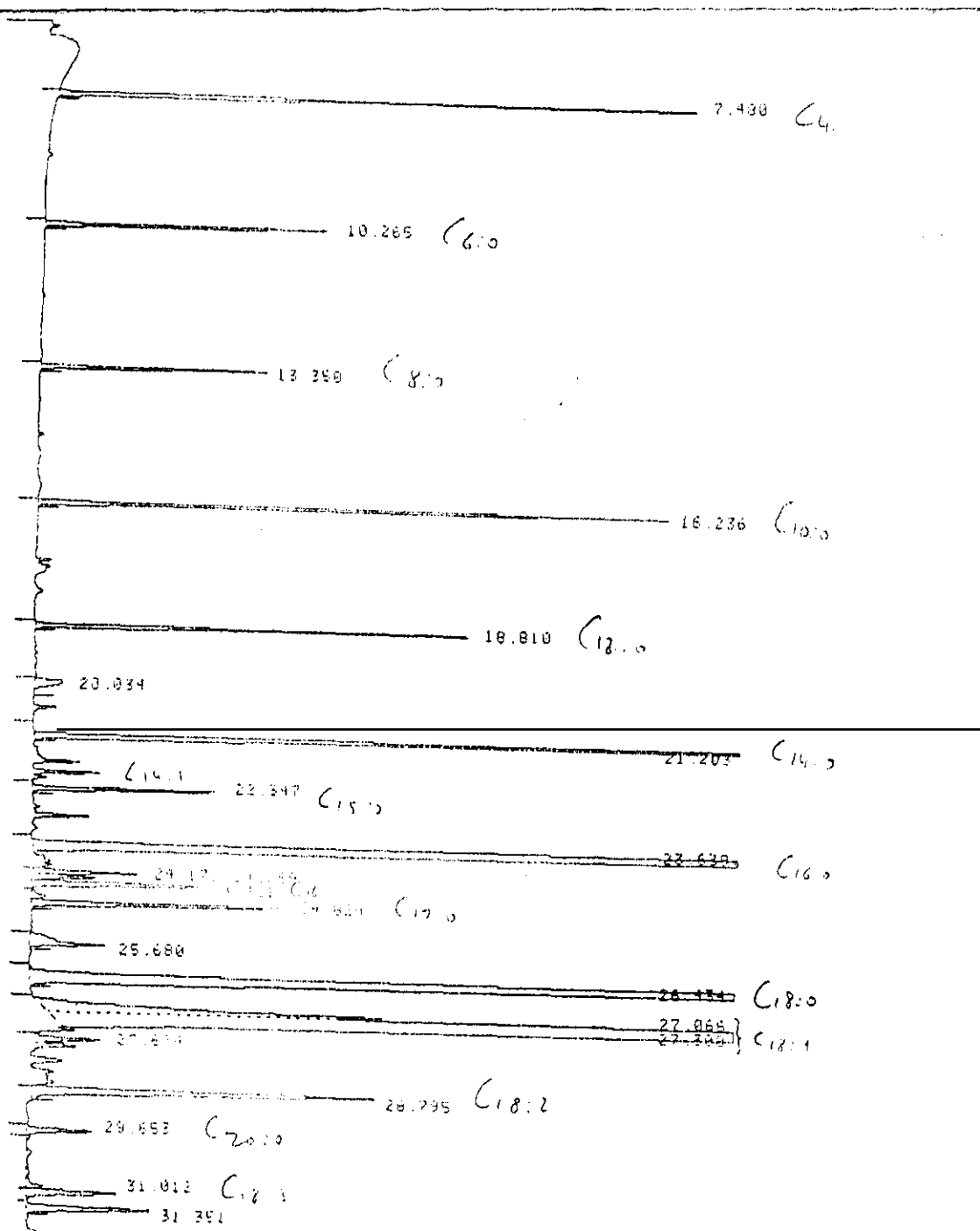
La temperatura de la columna fue de 60° C durante 2 minutos, aumentando 8°C/minuto hasta 200°C y manteniéndolo 13 minutos. El tiempo total fue de 35 minutos. Como gas portador se utilizó Helio C-50 a un flujo de 15 psig.

Se utilizó un inyector split-splitless con un flujo de split de 80 ml/minuto. La inyección de las muestras fue manual mediante una jeringa rígida de 5  $\mu$ l de capacidad máxima, inyectándose 1  $\mu$ l de la muestra de ésteres metílicos. El detector de ionización de llama (FID) se mantuvo a una temperatura de 240°C. Se usó Aire sintético C-45 e Hidrógeno C-50, libres de impurezas orgánicas.

La integración-calibración de los picos cromatográficos se realizó utilizando un integrador-calibrador acoplado al cromatografo, registrando los tiempos de retención y las

áreas de los picos. La determinación cuantitativa se realizó mediante el uso de estándares de referencia de Sigma. En la Figura III.1 se puede observar un cromatograma de ácidos grasos procedente de las muestras de leche analizadas.

**Figura III.1.**  
**Cromatograma de ácidos grasos procedente de las muestras de leche analizadas**



### 3.- METODOLOGIA EN LA CANAL

#### 3.1.- Parámetros de engrasamiento

Los parámetros que determinan el estado de engrasamiento de la canal se analizaron en ambas experiencias mediante evaluaciones subjetivas y objetivas.

##### *Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento*

Tras el periodo de refrigeración de las canales a 4°C, se determinó su estado de engrasamiento mediante la apreciación visual basada en patrones fotográficos (Colomer-Rocher et al., 1974), de una escala de cinco puntos siguiendo un orden creciente desde canales muy magras a excesivamente grasas (Colomer-Rocher et al., 1988). La clasificación está basada en las observaciones de la cantidad de grasa subcutánea o de cobertura y su distribución a lo largo de la canal: piernas, grupa, región renal y dorsal, y espaldas.

Así mismo, se llevó a cabo la evaluación subjetiva de la cantidad de grasa interna o cavitaria mediante la apreciación en una escala de tres puntos, de poca, media o mucha cantidad de grasa pelviorrenal, según la técnica de Colomer-Rocher et al. (1988).

Ambas evaluaciones se realizaron mediante tres valoraciones llevadas a cabo por distintas personas.

##### *Evaluación objetiva del estado de engrasamiento*

También sobre la canal refrigerada se realizó la medición del espesor de la grasa dorsal, mediante calibre digital en un punto situado a 4 cm perpendicular a la línea media de la canal y a 4 cm del borde posterior de la última costilla (Colomer-Rocher et al., 1988). Las mediciones se realizaron en ambos lados de la canal, determinándose el espesor de la grasa dorsal izquierda y derecha con tres medidas realizadas por distintas personas para cada lado de la canal.

De la media canal derecha se realizaron dos mediciones, por una parte se disecó totalmente la grasa pelviorrenal, y por otra la grasa subcutánea de la pieza costillar, pesándose ambas en balanza de precisión y tomándose muestras, que fueron empaquetadas al vacío en bolsas de polietileno y congeladas a -25°C, para su análisis de ácidos grasos.

### 3.2.- Color de la grasa.

El color de la grasa se determinó mediante un colorímetro Minolta Chromameter CR-200, utilizando el espacio de color CIELAB (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE, 1976). Este sistema se expresa exactamente como la representación de la sensibilidad humana al color (Anon, 1991). Se utilizó el iluminante de referencia D65 para las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Se realizaron nueve determinaciones por cordero sobre la grasa subcutánea del maslo de la cola. En la determinación del color se obtuvieron los siguientes componentes:

$L^*$ : Luminosidad o Claridad de un color

$a^*$ : Índice de rojo

$b^*$ : Índice de amarillo

Para la expresión del color sobre la base de los componentes obtenidos y como indicador de la intensidad del mismo, se utilizó un índice colorimétrico (Hopkins et al., 1995 y Hopkins, 1996), llamado índice de saturación, cromaticidad o “chroma” (IS), calculado mediante la siguiente fórmula:

$$IS = [(a^{*2}) + (b^{*2})]^{0.5}$$

### 3.3.- Despiece.

Para la determinación de la proporción de piezas de la canal y su posterior disección, con el fin de analizar su composición tisular, se realizó el despiece de la media canal izquierda.

En primer lugar se separó la cola de la canal a nivel de su implante (en el espacio intervertebral comprendido entre la última vertebra sacra y la primera coxígea) y se determinó su peso mediante balanza de precisión.

Posteriormente se procedió al esquinado de la canal, para la obtención de las dos medias canales, por sección sagital de la columna vertebral, de la forma más simétrica posible mediante una sierra eléctrica. Cada una de las dos medias canales, que contienen un riñón y la mitad correspondiente de grasa renal y pélvica, fueron pesadas tras su obtención.

Tras la división de la canal se realizó el despiece de la media canal izquierda según el método normalizado de Colomer-Rocher et al. (1972), empleándose para la separación de la

espalda la metodología de corte normalizado definido por Boccard y Dumont (1955) y modificado por Colomer-Rocher et al. (1988).

Las piezas o regiones anatómicas obtenidas fueron: pierna, espalda, costillar, badal, bajos, cuello y cola. Las características de las piezas resultantes en cuanto a categoría comercial, regiones anatómicas, base ósea y destino culinario se muestran en la Tabla III.2. Cada una de las piezas fue pesada inmediatamente tras su obtención, y aquellas que se iban a disecar fueron empaquetadas al vacío en bolsas de polietileno mediante una envasadora térmica y congeladas a  $-25^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla III.2.**

**Detalle de las piezas resultantes del despiece normalizado de Colomer-Rocher et al. (1972 y 1988)**

Piezas	Categoría comercial	Regiones Anatómicas	Base ósea	Destino culinario
Pierna	I	Sacra, glútea, femoral o crural y de la pierna	Femur, rótula, tibia, peroné y huesos del tarso	Asar al horno
Badal	I	Debajo de la espalda	Última vertebra cervical y 5 primeras costillas.	Asar a la brasa, a la plancha, al horno o para freír
Costillar	I	Del costillar	Vertebras torácicas y lumbares. Resto de las costillas.	Asar a la brasa, a la plancha, al horno o para freír
Espalda	II	Escapular, braquial y antebraquial	Escápula, húmero, radio, cúbito y huesos del carpo	Asar al horno
Cuello	III	Del cuello	6 primeras vertebra cervicales	Guisar
Bajos	III	Pared abdominal y mitad ventral de la torácica	-	Guisar
Cola	III	De la cola	Vertebras caudales	Guisar

#### 4.- DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR.

La disección fue realizada en todas las piezas resultantes del despiece de la media canal izquierda de la experiencia (S x P), y únicamente en la pierna de la experiencia (C x A), puesto que es la pieza que mejor predice la composición tisular de la canal cuando se divide

la grasa en sus diversos depósitos (Huidobro y Cañeque, 1994).

#### 4.1.- Metodología de la disección

En todas las piezas de la media canal izquierda de la experiencia (S x P) y en la pierna de la experiencia (C x A) se rompió el vacío y se descongelaron para proceder a su disección.

Las porciones de timo contenidas en el cuello, el riñón contenido en el costillar, el cordón testicular y el propio testículo, incluido en la pieza bajos o falda, así como las porciones de pene, que por defecto del faenado quedan en la pierna, deben separarse de sus respectivas piezas antes de iniciar la disección, y consecuentemente no se incluyen en los cálculos.

La disección se realizó según el método de Colomer-Rocher et al. (1988) y se llevó a cabo en una sala con temperatura programada, manteniéndola uniforme a 10-11°C. Así mismo a lo largo de la disección de cada pieza, ésta se mantuvo protegida con un paño húmedo para evitar en todo momento pérdidas por evaporación. Por todo lo anterior, las pérdidas de peso por disección no alcanzaron el 2% del peso inicial de cada pieza.

Mediante la disección completa con bisturí de cada pieza se obtuvieron los siguientes componentes físicos: grasas (subcutánea e intermuscular, así como también la perirrenal en el costillar y la pélvica en la pierna), músculos, huesos (incluidos los cartílagos) y desechos (ganglios linfáticos, grandes vasos sanguíneos, grandes nervios, tendones y aponeurosis). Una vez diseccionados todos los componentes de cada pieza fueron pesados y se consideró la suma de todos ellos como el peso de la media canal corregida.

#### 4.2.- Toma de muestras

Tras la disección de las piezas se tomaron muestras de la Pierna en ambas experiencias y del Costillar en la experiencia (S x P), para la determinación de su composición en ácidos grasos y su fraccionamiento lipídico.

Del Costillar se tomó la grasa intermuscular (la subcutánea se tomó previamente en el matadero) así como el *m. Longissimus dorsi*, y de la Pierna la grasa subcutánea y la intermuscular, así como el *m. Quadriceps femoris*. Todas las muestras fueron mantenidas en refrigeración a 4°C hasta su posterior análisis, que se realizó en todas las muestras

transcurridas 24 horas.

Las muestras utilizadas para la determinación de la composición en ácidos grasos se muestran en la Tabla III.3. Las utilizadas para el fraccionamiento lipídico son las mismas que para la determinación de ácidos grasos menos la grasa pelviorrenal, en la cual sólo se determinó su composición en ácidos grasos totales.

**Tabla III.3.**  
**Origen de las muestras de grasa analizadas para la composición de ácidos grasos totales**

	<i><b>COSTILLAR</b></i>	<i><b>PIERNA</b></i>
SUBCUTANEA	Matadero - Ambas Experiencias	Disección - Ambas Experiencias
INTERMUSCULAR	Disección - Experiencia (S x P)	Disección - Ambas Experiencias
INTRAMUSCULAR	<i>m. Longissimus dorsi</i> (Matadero - Ambas Experiencias)	<i>m. Cuadriceps femoris</i> (Disección - Ambas Experiencias)
<b>PELVICORRENAL</b>	Matadero - Ambas Experiencias	

#### 4.3.- Otros parámetros relacionados con la composición tisular

Para completar los estudios de composición tisular, realizados mediante el despiece y posterior disección de las piezas resultantes, se determinaron en el propio matadero experimental algunos parámetros, como son el Peso y la Longitud del Gran Metacarpiano izquierdo, y el Peso de los músculos *Longissimus Dorsi* y *Semitendinosus*, utilizados como predictores de la composición tisular, puesto que están relacionados con la cantidad de hueso y de músculo respectivamente (Kemp et al., 1970).

- Peso y Longitud del Hueso Gran Metacarpiano izquierdo. Se realizó en ambas experiencias. Tras el sacrificio de los animales se separaron el resto de componentes tisulares de la caña anterior izquierda y se procedió al pesado de dicho hueso, así como a la medición mediante calibre de su longitud.

- Peso de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*. En la experiencia (S x P) se determinó el peso de ambos músculos y en la experiencia (C x A) únicamente el músculo *Longissimus dorsi*, como representativo de la composición muscular.

De la media canal derecha se realizó en ambas experiencias la disección con bisturí del músculo *Longissimus dorsi* en su totalidad (tanto el *m. Longissimus thoracis* como el *m. Longissimus lumborum*) y de su grasa subcutánea asociada, contemplando así mismo el *m. Cutaneous trunci*. Se determinó el peso del *m. Longissimus* mediante balanza de precisión y se tomaron muestras que fueron empaquetadas y congeladas a  $-25^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis de ácidos grasos.

## 5.- MATERIAL Y METODOLOGIA DE LOS DEPOSITOS GRASOS

Los depósitos grasos fueron analizados para la determinación del fraccionamiento lipídico en la experiencia (S x P), y para la determinación de los ácidos grasos totales en ambas experiencias.

La realización de los análisis de ácidos grasos totales de la grasa de las muestras analizadas se llevó a cabo mediante la técnica de cromatografía de gases, en la cual se ha de realizar una extracción previa de dicha grasa y posteriormente una metilación de los ácidos grasos presentes en la misma. El fraccionamiento lipídico se realizó tras la extracción de las grasas químicas.

### 5.1.- Extracción de los lípidos

La extracción de la grasa química se realizó tanto en las muestras de grasa (subcutánea, intermuscular y pelviorrenal) como en las de músculo (grasa intramuscular), mediante la técnica de Hanson y Olley (1963), siendo una modificación de la técnica de Bligh y Dyer (1959). El principio de esta técnica consiste en tratar el producto con una mezcla de dos solventes, cloroformo y metanol, donde el metanol rompe los enlaces lípido-proteicos y el cloroformo solubiliza los lípidos. Para la eliminación de las sustancias no lipídicas solubles en la mezcla, el extracto es lavado con agua salina. La sal disminuye la disociación de los ácidos lipídicos y de esta forma no se disocia en la fase solvente (cloroformo). Además, la presencia del agua salina, bien unida al metanol, permite separar la fase clorofórmica (fase inferior) de la fase metanólica (fase superior).

Para el desarrollo de tal metodología, se tomaron 20 g de grasa ó 25 g de músculo, que se introdujeron en tubos de centrífuga de 250 ml de capacidad. Previamente se determinó



la cantidad de humedad de las muestras mediante desecación en estufa a 103°C hasta peso constante. La grasa fue seleccionada previamente eliminando las sustancias no lipídicas detectadas a simple vista y el músculo fue picado mediante una picadora Mulinex, posteriormente se introdujeron en tubos de centrifuga de 250 ml de capacidad.

A la cantidad de muestra indicada, se añadió una punta de espátula de BHT (butil hibroxí tolueno, usado para prevenir la peroxidación lipídica), 40 ml de metanol y 20 ml de Cloroformo, así como la cantidad de agua salina necesaria, hasta la obtención de un total de 16 ml, siendo la relación Cloroformo/Metanol/Agua 1/2/0,8 (v/v/v). Tras añadir los solventes se homogeneizó la muestra durante 20 minutos, sumergiendo la parte inferior del tubo en un baño de hielo para evitar el calentamiento de la muestra. Realizado este tratamiento, la solución debe ser monofásica.

Posteriormente se añaden otros 20 ml de Cloroformo y 20 ml de agua destilada salina, siendo la relación Cloroformo/Metanol/Agua 2/2/1,8 (v/v/v). Se volvió a homogeneizar la muestra durante medio minuto en baño de hielo. Tras las homogenizaciones, se centrifugaron los tubos a 2000 r.p.m. durante 30 segundos y a 0°C. Al centrifugar se forman tres fases: la fase superior es agua y metanol, la fase intermedia contiene los sedimentos sólidos, y la fase inferior es la grasa disuelta en cloroformo. Se debe, por tanto, eliminar la fase superior y atravesando la fase intermedia, recoger con una pipeta una alícuota de 20 ml de la fase inferior (debe haber casi 40 ml).

Se procedió a la filtración de la alícuota a un matraz redondo de fondo plano de 25 ml, mediante un papel Whatman nº 42, cubierto con una punta de espátula de sulfato sódico anhidro (usado para permitir condiciones anhidras), lavando posteriormente dicho filtro con una mezcla de cloroformo/metanol en proporción 2/1 (v/v) y 0,05 % de BHT.

Posteriormente se evaporaron los disolventes en un evaporador rotatorio, con el baño a 35-40°C y cubriendo la parte inferior del matraz. Una vez evaporado se pesó el matraz y por diferencia de pesada en vacío se calculó la cantidad de grasa extraída.

Las muestras así extraídas se transvasaron a tubos herméticos con tapón de rosca y junta de teflón, y se pasaron por una corriente de nitrógeno para asegurar condiciones anaerobias para su conservación. Estos tubos fueron congelados a -25°C hasta su posterior análisis.

## 5.2.- Fraccionamiento lipídico por cromatografía en capa fina

### *Preparación de las placas y colocación de la muestra*

Se utilizaron cromatoplasas de gel de sílice G-60 de Merk, de 10 x 20 cm (ref. 5626) y de 20 x 20 cm (ref. 5721) de 0,25 mm de grosor. Las placas se deben activar antes de su utilización, por lo que se mantuvieron en estufa a 120°C durante 6-18 horas, y se conservaron en un desecador provisto de gel de sílice hasta su utilización.

Se tomaron 5  $\mu$ l de muestra disuelta en cloroformo (200 mg/ml) y se depositaron cuidadosamente con una microjeringa rígida (Microliter® syringe 85N 84850 de la casa comercial Hamilton) en la superficie de la placa de gel de sílice G-60 a unos 2 cm del borde de la placa (línea de origen) con cuidado de no dañar la superficie de la placa. Las muestras añadidas en la misma placa se pusieron equidistantes para no interrumpir la correcta lectura de todas ellas.

### *Desarrollo de la cromatografía*

Una vez aplicada la muestra en la línea de origen de la capa de gel de sílice G-60, las placas se llevaron a la cubeta cromatográfica. La fase móvil empleada en la cubeta fue éter de petróleo 40-60°C/éter etílico/ácido acético glacial (80/20/1) (v/v/v).

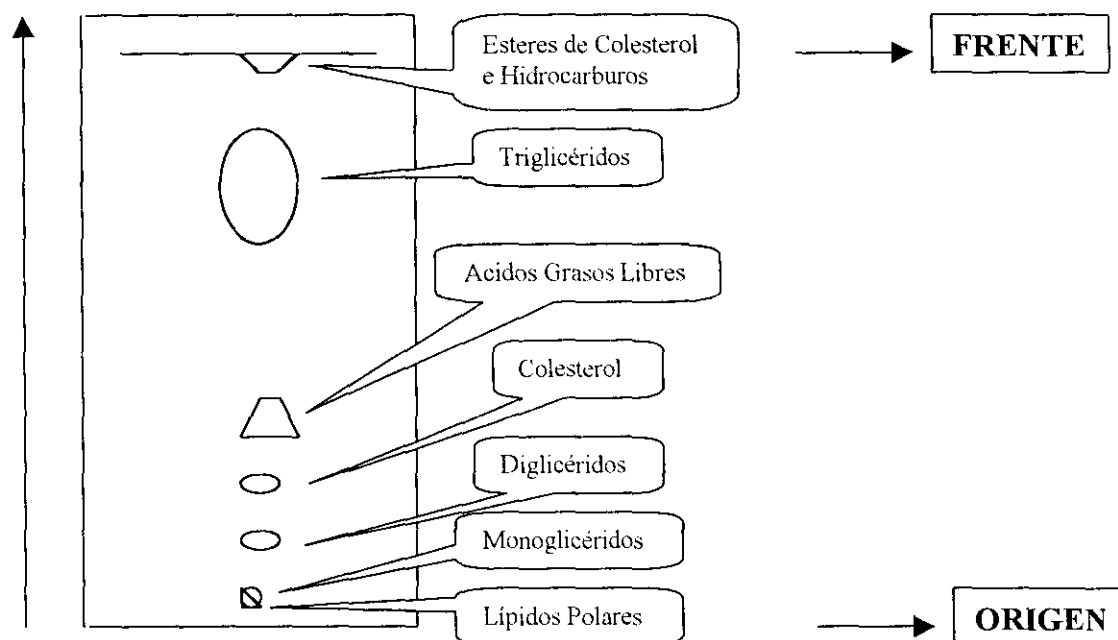
El revelado de las placas, con el fin de visualizar los diferentes componentes separados por cromatografía, se efectuó por rociado mediante un spray pulverizador (Jet Pak Spray Gun, de Fungilab S.A.) con el reactivo de Lowry (1968), formado por  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  al 0,05% en una mezcla de agua/ácido acético glacial/ácido sulfúrico concentrado (90/5/5) (v/v/v).

Tras rociar las placas con el reactivo, se calentaron en estufa a 100°C durante 20 minutos. El colesterol se hace visible antes que sus ésteres, ambos aparecen como manchas de color rojo-violetas. El resto de los componentes lipídicos aparecen como manchas de color marrón. Las placas permanecieron en desecador provisto de gel de sílice hasta su lectura.

Las placas una vez reveladas muestran los distintos componentes lipídicos, los cuales se pueden apreciar en la Figura III.2. Los compuestos detectados son los que habitualmente

se observan en la carne de distintos animales (Chang-Han y Yeon-Hee, 1982).

**Figura III.2.**  
**Componentes lipídicos separados mediante cromatografía en capa fina**



Una vez reveladas las placas, se midió en un densitómetro Shimadzu CS-9000 (Scanning Densitometer) la absorbancia de cada sustancia a una longitud de onda de 390 nm. La identificación de las sustancias se hizo por comparación de sus  $R_f$ s con los de sustancias patrones cromatografiadas en las mismas condiciones. La cuantificación se realizó utilizando los valores proporcionados por un integrador-registrador acoplado al densitómetro.

Las áreas de los picos correspondientes a cada sustancia se refirieron a una curva patrón previamente obtenida, relacionando la intensidad de respuesta (área del pico) con concentraciones conocidas del mismo componente. Se utilizaron las curvas patrón de monoglicéridos con monoleína ( $R_f = 0,01$ ), diglicéridos con dioleína ( $R_f = 0,12$ ), colesterol libre ( $R_f = 0,17$ ), ácidos grasos libres con ácido oleico ( $R_f = 0,26$ ), triglicéridos con trioleína ( $R_f = 0,80$ ) y ésteres de colesterol con oleato de colesterol ( $R_f = 0,96$ ).

### 5.3.- Determinación de los ácidos grasos

#### *Formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos*

Para la formación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales, tanto de las muestras de grasa subcutánea, ínter e intramuscular, como de la pelviorrenal se usó la metodología del trifluoruro de boro ( $\text{BF}_3$ ) de Morrison y Smith (1964), con modificaciones. El alcoholato de trifluoruro de boro se comporta como un ácido fuerte (Topchiev et al., 1959) y por tanto, promueve la metanolisis de los lípidos de una manera similar a  $\text{HCl}$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en metanol, con las ventajas añadidas conferidas por la extrema electropolaridad del trifluoruro de boro. Mediante la catálisis ácida no sólo se transesterifican los triglicéridos y otros complejos lipídicos, sino también se esterifican los ácidos grasos libres en presencia de metanol (Ke-Shun Liu, 1994).

Se toman 20 mg de grasa extraída en un tubo con tapón de rosca y junta de teflón, y se le añade 1 ml de patrón interno ( $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$  de ácido nonadecanoico  $\text{C}_{19:0}$ , en cloroformo - N5252 de Sigma), evaporandose hasta sequedad bajo corriente de nitrógeno, en un concentrador de muestras. Se añaden 1 ml de potasa ( $\text{KOH}$ ) en metanol 0,5 N y 1 ml de trifluoruro de boro ( $\text{BF}_3$ ) en metanol 14%. Este reactivo reacciona para formar éter dimetílico (Topchiev et al., 1959), el cual no interfiere con el análisis de los ésteres metílicos.

Se agitan los tubos y se llevan a  $100^\circ\text{C}$  en estufa durante 1 hora. La reacción del álcali con el trifluoruro de boro en metanol es fuertemente exotérmica y podría ocurrir una saponificación de los ésteres metílicos si la mezcla no es enfriada. Así se deben dejar enfriar los tubos y se añaden 2 ml de agua salina al 10 % y 2 ml de hexano (Panreac, para análisis). Se deja reposar para la separación de las fases y se toma una alícuota de 1 ml de la fase superior (hexano), llevandose hasta 10 ml con hexano. La solución clara de hexano de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se transfiere a un vial de muestra de 2,5 ml (Perkin Elmer N° N930-1385), el cual se sella herméticamente con un tapón de junta de teflón. Esta dilución así preparada está dispuesta para la inyección cromatográfica.

#### *Condiciones de la cromatografía de gases*

Para la cromatografía de gases de los ácidos grasos totales se utilizó un cromatografo

de gases Perkin-Elmer (Autosystem-1:A), provisto de una columna capilar de sílice fundida de Sugelabor SGL-1000, de muy alta polaridad y que es específica para la determinación de ácidos grasos. La fase estacionaria está compuesta por polietilenglicol acidificado, con 25 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno (de una eficacia de 2500-4000 platos teóricos) y con 0,25 $\mu$  de espesor de película. Con 240°C de temperatura máxima. La programación de la temperatura de la columna fue: 150°C manteniéndolo 10 minutos, incrementando 10°C/minuto hasta 200°C manteniéndolo 10 minutos, incrementando 5°C/minuto hasta 210°C manteniéndolo 10 minutos e incrementando 1,5°C/minuto hasta 220°C.

Se utilizó un inyector automático, con sistema de división de flujo split/splitless, que permite lavados de la jeringa con hexano pre y postinyección, así como lavados con la muestra a analizar. La temperatura del inyector debe estar entre 20-50°C por encima de la temperatura de la columna (270°C). Se trabajó en modo split, con una relación de split de 1/20. Con jeringa adaptada de 5 $\mu$ l de volumen máximo y graduación de 0,1 $\mu$ l. El volumen de inyección fue de 1 $\mu$ l. Se utilizó un detector de ionización de llama (FID), con temperatura programada para que trabaje entre 40-60°C por encima de la temperatura de la columna. La sensibilidad del detector se dispuso al máximo.

Como gas portador se usó Helio C-50 seco, conteniendo < 3 v.p.m. de O<sub>2</sub>, a un flujo de 9 psig. Así mismo se usaron Hidrógeno C-50, libre de impurezas orgánicas y a un flujo de 40 ml/minuto, y Aire Sintético C-45, libre de impurezas orgánicas (<4 v.p.m. de hidrocarburos equivalentes a CH<sub>4</sub>), a un flujo de 400 ml/minuto.

Para la integración-calibración se utilizó un programa de software acoplado al cromatografo (Turbochrom Navigator 4.0) y a una interfase (600 Series Link). El integrador debe tener una respuesta lineal, con adecuada sensibilidad y una corrección de la línea base satisfactoria.

Una determinación única de cada muestra de grasa se consideró suficiente para detectar diferencias debidas a los tratamientos experimentales (Salmon y O'Neil, 1973). La identificación de los picos cromatográficos así como su determinación cuantitativa se realizó mediante el uso de estándares de referencia (mezclas conocidas de ésteres metílicos), utilizando el estándar AOSC n°6 de Sigma (Rf. 189-19). Como patrón interno se utilizó el ácido nonadecanoico (C19:0), N5252 de Sigma.

## 6.- METODOS ESTADISTICOS

Para el análisis estadístico de los resultados, en la Experiencia (S x P), se ha utilizado un análisis de varianza según el modelo:

$$y_{ijk} = \mu + S_{i(1..2)} + P_{j(1..2)} + SP_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

donde:

$\mu$  = media general

$S_j$  = efecto del sexo (machos y hembras)

$P_j$  = efecto del peso al sacrificio (10 y 12 Kg)

$SP_{ij}$  = interacción sexo por peso al sacrificio

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental

Es un modelo mixto con interacción, desequilibrado, de efectos fijos, siendo la distribución de los animales en los lotes la siguiente:

Sexo	Machos	Hembras
Peso		
10 Kg	16	15
12 Kg	11	10

Sobre los componentes del tracto digestivo y el quinto cuarto, en los parámetros del engrasamiento de la canal, en la composición tisular (del costillar, de la pierna y de la canal) y sobre los parámetros relacionados con la misma, se realizó un análisis de covarianza según el siguiente modelo:

$$y_{ijk} - \beta (G_{ijk} - G_{...}) = \mu + S_{i(1..2)} + P_{j(1..2)} + SP_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

donde:

$\beta$  = constante

$G_{ijk}$  = ganancia media diaria hasta  $P_{j1}$ (covariable) para cada dato

$G_{...}$  = valor medio de la covariable

Para el análisis de la composición en ácidos grasos de las grasas subcutánea, intermuscular e intramuscular, así como para el análisis del fraccionamiento lipídico de dichas grasas, se ha utilizado un análisis de varianza según el modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + S_{i(1..2)} + P_{j(1..2)} + L_{k(1..2)} + SP_{ij} + SL_{ik} + PL_{jk} + SPL_{ijk} + \varepsilon_{k(ij)}$$

donde:

$\mu$  = media general

$S_i$  = efecto del sexo (machos y hembras)

$P_j$  = efecto del peso al sacrificio (10 y 12 Kg)

$L_k$  = efecto de la localización de la grasa (pierna y costillar)

$SP_{ij}$  = interacción sexo por peso al sacrificio

$SL_{ik}$  = interacción sexo por localización de la grasa

$PL_{jk}$  = interacción peso por localización de la grasa

$SPL_{ijk}$  = interacción triple de sexo por peso por localización

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental

En la Experiencia (C x A), para el análisis estadístico de los resultados ha sido utilizado un análisis de varianza según el modelo:

$$y_{ijk} = \mu + C_{i(1..2)} + A_{j(1..2)} + CA_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

donde:

$\mu$  = media general

$C_i$  = efecto del sistema de crianza (campo y aprisco)

$A_j$  = efecto de la alimentación recibida (con pienso y sin pienso)

$CA_{ij}$  = interacción sistema de crianza por alimentación recibida

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental

Es un modelo mixto con interacción, con un pequeño desequilibrio de los datos y de efectos fijos, siendo la distribución de los animales en los lotes la siguiente:

Crianza	Campo	Aprisco
Alimento		
Pienso	12	12
No Pienso	12	13

Para el análisis de la composición en ácidos grasos de las grasas subcutánea, intermuscular e intramuscular, se ha utilizado un análisis de varianza según el modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + C_{i(1..2)} + A_{j(1..2)} + L_{k(1..2)} + CA_{ij} + CL_{ik} + AL_{jk} + CAL_{ijk} + \varepsilon_{k(ij)}$$

donde:

$\mu$  = media general

$C_i$  = efecto del sistema de crianza (campo y aprisco)

$A_j$  = efecto de la alimentación recibida (con pienso y sin pienso)

$L_k$  = efecto de la localización de la grasa (pierna y costillar)

$CA_{ij}$  = interacción crianza por alimentación

$CL_{ik}$  = interacción crianza por localización de la grasa

$AL_{jk}$  = interacción alimentación por localización de la grasa

$CAL_{ijk}$  = interacción triple de crianza por alimentación por localización

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental

Todos los análisis estadísticos utilizados se han llevado a cabo mediante el procedimiento ANOVA del programa Startgraphics (1993). Previo al análisis estadístico de los datos y con el fin de conseguir la normalización de las medias, se realizó un cambio de variable (generalmente su raíz cuadrada) en los datos en que no se demostró dicha normalidad mediante el test de Shapiro-Wilks ( $n < 60$ ).



#### ***IV. RESULTADOS***

---



## EXPERIENCIA 1<sup>a</sup>: SEXO POR PESO DE SACRIFICIO

### 1.- PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La producción láctea semanal y la estimada mediante el método de Fleischman, el índice de conversión de la leche semanal y medio, así como la composición química de las muestras de leche analizadas semanalmente y la media de las mismas se muestran en la Tabla IV.1.

**Tabla IV.1.**  
Producción semanal y total de leche, y composición química semanal y media de la misma procedente de las ovejas sometidas a control lechero.

	SEMANA DE LACTACIÓN						PL <sup>a</sup>	Medias
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>		
<b>Producción (ml)</b>	1006.10	1197.68	1222.64	973.91	1085.05	810.00	40550.82	-
<b>IC<sup>b</sup></b>	5.60	5.08	6.12	5.63	5.86	7.78	-	5.69
<b>% Grasa</b>	8.13	7.88	7.00	7.51	7.98	8.44	-	7.82
<b>% Proteína</b>	4.48	4.03	3.84	3.83	3.90	4.03	-	4.02
<b>% Lactosa</b>	5.47	5.79	5.87	5.82	5.68	5.30	-	5.66
<b>% Extracto seco</b>	19.04	18.64	17.68	18.12	18.60	18.70	-	18.46
<b>RCS<sup>c</sup></b>	248	98.58	39.77	156.45	170.74	1460.00	-	362.26

<sup>a</sup> PL = Producción de leche total

<sup>b</sup> IC = Índice de Conversión de la leche (litros/Kg de incremento Peso del cordero)

<sup>c</sup> RCS = Recuento de células somáticas ( $\times 10^3$  células/ml)

La producción láctea estimada fue de 40,55 litros de leche en las 6 semanas controladas, obteniéndose el pico de lactación en la tercera semana, con una producción media de 1222,64 ml. El índice de conversión de la leche, obtenido en los corderos lactantes de las madres bajo control, tuvo un promedio de 5,69; variando a lo largo de la lactación, desde 5,08 en la segunda semana a 7,78 en la sexta.

En cuanto a la composición química se determinaron los % de grasa, proteína, lactosa y extracto seco, así como el recuento de células somáticas. Los reflejan una variación acorde con la producción cuantitativa obtenida en las 6 semanas de lactación, alcanzando el % de

grasa, proteína y extracto seco su mínimo (7,00%, 3,84% y 17,68%; respectivamente) en la tercera semana de lactación, momento en que se obtiene el pico de lactación. La composición media de estos tres componentes fue de 7,82% de grasa, 4,02% de proteína y 18,46% de extracto seco.

El % de lactosa, sin embargo, refleja una tendencia creciente hasta la tercera semana, para volver a descender a partir de ésta, representando un 5,66% de composición media. En lo que respecta al recuento de células somáticas, en general, presentan un bajo número ( $362,26 \times 10^3$  células/ml de media), excepto en la última semana de lactación donde se elevan a  $1460 \times 10^3$  células/ml.

Los ácidos grasos analizados de la grasa de la leche (Tablas IV.2. y IV.3.), presentan una amplia distribución en su cadena carbonada, que varía desde el ácido butírico (C 4:0) hasta el aráquico (C 20:0). Contando con tres ácidos grasos monoinsaturados (UFA), el ácido miristoleico (C 14:1), el palmitoleico (C 16:1) y el oleico (C 18:1), y dos ácidos grasos polinsaturados (PUFA), el linoleico (C 18:2) y el linolénico (C 18:3), siendo éstos últimos ácidos grasos esenciales.

Los ácidos grasos mayoritarios fueron el ácido oleico (C 18:1), seguido del ácido palmítico (C 16:0) y del ácido esteárico (C 18:0), que juntos representaron un 71% de los ácidos grasos presentes en la grasa de la leche.

La distribución de los ácidos grasos en las seis semanas de lactación por cadena carbonada (Tabla IV.3.) fue de un 9,04% de cadena corta (C4-C10), un 34,57% de cadena media (C12-C17) y un 53,20% de cadena larga (C18-C20). Con el progreso de la lactación se observa un cambio en las proporciones de los ácidos grasos según la cadena carbonada, siendo creciente para los ácidos grasos de cadena larga (de 52,17% al principio de la lactación a 55,03% al final de la misma), estable para los de cadena media (34,25% vs. 35,03%) y descendiente para los de cadena corta (9,71% vs. 8,95%).

Los mayores valores en los ácidos grasos de cadena corta (Tabla IV.2.) se obtuvieron para el ácido cáprico (C 10:0) con un 4,18% de media y para el butírico (C 4:0) con un 2,31%. De entre los ácidos grasos de cadena media, es de destacar el ácido palmítico (C 16:0) con un 22,40%, y de los de cadena larga el oleico (C 18:1) con un 31,68%; siendo notable el descenso del primero de ellos (de 22,96% a 22,15%) y el aumento del ácido oleico (de

31,08% a 34,9%), de la tercera a la cuarta semana de lactación.

**Tabla IV.2.**  
Composición de los ácidos grasos (%) de la grasa de la leche según la semana de lactación

Acidos Grasos (%)	SEMANA DE LACTACIÓN						Media
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	
C 4:0	2.56	2.59	2.31	2.18	2.09	2.11	2.31
C 6:0	1.75	1.79	1.62	1.45	1.48	1.60	1.62
C 8:0	1.59	1.62	1.46	1.31	1.34	1.57	1.48
C 10:0	4.32	4.47	4.16	3.66	3.91	4.55	4.18
C 12:0	2.64	2.60	2.40	2.17	2.37	2.70	2.48
C 14:0	7.16	7.06	7.19	7.00	7.70	7.93	7.34
C 14:1	0.23	0.26	0.21	0.27	0.23	0.31	0.25
C 15:0	0.62	0.68	0.68	0.69	0.68	0.64	0.67
C 16:0	21.94	22.10	22.96	22.15	22.69	22.54	22.40
C 16:1	1.07	1.07	1.08	1.17	0.98	1.02	1.07
C 17:0	1.02	1.01	0.98	1.04	0.77	0.67	0.92
C 18:0	16.03	17.37	16.55	15.72	19.33	18.57	17.26
C 18:1	31.96	31.28	31.08	34.90	29.41	31.46	31.68
C 18:2	2.46	2.39	2.40	2.61	2.19	2.36	2.40
C 18:3	0.55	0.53	0.47	0.55	0.38	0.67	0.53
C 20:0	0.33	0.34	0.34	0.39	0.47	0.48	0.39

**Tabla IV.3.**  
Relaciones de los ácidos grasos (%) de la grasa de la leche según la semana de lactación

	SEMANA DE LACTACIÓN						Media
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	
C. Corta <sup>a</sup>	9.71	9.96	9.04	8.13	8.47	8.95	9.04
C. Media <sup>a</sup>	34.25	34.36	35.09	33.75	34.93	35.03	34.57
C. Larga <sup>a</sup>	52.17	52.76	51.66	55.00	52.60	55.03	53.20
Impares	1.67	1.72	1.69	1.75	1.46	1.36	1.61
SFA	58.97	60.65	59.66	56.51	62.02	61.62	59.91
UFA	34.07	33.43	33.19	37.14	31.34	34.24	33.90
PUFA	3.09	3.00	2.94	3.23	2.63	3.16	3.01
UFA/SFA	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05
PUFA/SFA	0.58	0.56	0.56	0.66	0.50	0.56	0.57
Est.Energético <sup>b</sup>	0.73	0.70	0.70	0.89	0.63	0.66	0.72

<sup>a</sup> C. Corta: (C4-C10), C. Media: (C12-C17), C. Larga: (C18-C20)

<sup>b</sup> Est. Energético: Estatus Energético: (C18:1/C10:0)

Los ácidos grasos saturados (SFA) representan casi un 60% de los ácidos grasos totales, siendo los polinsaturados (PUFA) tan sólo un 3%. Se observa para ambos tipos de ácidos grasos (Tabla IV.3.) que los valores extremos se obtienen en la 4ª semana de lactación, donde los SFA alcanzan su valor mínimo (56,51%), y los monoinsaturados (UFA) y los PUFA su máximo (37,14% y 3,23%, respectivamente), poniendo de manifiesto la mayor relación PUFA/SFA obtenida en ese momento de la lactación.

El estatus energético de las madres, representado por la relación entre el ácido linoleico (C 18:1) y el ácido caprílico (C 10:0), muestra una media de 0,72.

## **2.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES**

Los valores medios por sexos (machos y hembras) y por pesos de sacrificio (10 y 12 Kg) de los parámetros relativos al crecimiento de los animales y a los pesos obtenidos en vivo y en la canal de los mismos se muestran en la Tabla IV.4.

Se observa un peso al nacimiento de los corderos de 3,49 Kg. para los machos y de 3,38 Kg. para las hembras, con una ganancia media diaria de 0,219 y de 0,214 Kg. respectivamente, llegando a la edad al sacrificio con 38,8 días de media.

Los corderos asignados a los 10 Kg de peso presacrificio, con un peso al nacimiento de 3,34 Kg., crecieron a razón de 0,198 Kg/día y alcanzaron dicho peso a los 37,61 días de vida; mientras que los corderos que fueron asignados a los 12 Kg de peso presacrificio, lo consiguieron a los 40,10 días de vida, con un crecimiento de 0,234 Kg/día.

Con respecto al peso vivo presacrificio, éste fue algo mayor en los machos que en las hembras (11,85 vs. 11,51 Kg), aunque cuando se considera el peso de la canal fría, ambos sexos igualaron sus pesos (5,81 Kg en los machos y 5,78 Kg en las hembras).

Tabla IV.4.  
Valores medios relativos al sexo y al peso de sacrificio de los corderos sobre los parámetros del crecimiento y de los pesos vivos y de la canal

Efectos (n)	Peso al Nacimiento (Kg)	Ganancia Media Diaria (Kg)	Edad al sacrificio (días)	Peso Vivo Presacrificio (Kg)	Peso Vivo al Sacrificio (Kg)	Peso Vivo Vacío (Kg)	Peso Canal Caliente (Kg)	Peso Canal Fría (Kg)
<b><u>SEXO</u></b>								
<b>Machos (22)</b>	3.49	0.219	38.98	11.85	11.17	10.36	6.082	5.811
<b>Hembras (23)</b>	3.38	0.214	38.73	11.51	10.93	10.15	6.048	5.781
<b><u>PESO</u></b>								
<b>10 Kg (25)</b>	3.34	0.198	37.61	10.55	9.88	9.20	5.371	5.121
<b>12 Kg (20)</b>	3.53	0.234	40.10	12.81	12.22	11.31	6.760	6.471

El efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre los componentes del tracto digestivo expresados con respecto al peso vivo vacío, así como la proporción del quinto cuarto se muestran en la Tabla IV.5., donde se observan las medias y el análisis de covarianza efectuado (cuadrados medios de la covariable, de los efectos, de las interacciones y del error experimental).

El digestivo completo en proporción al peso vivo vacío y a igual crecimiento de los corderos ( $P \leq 0.01$ ), muestra una interacción cuantitativa de sexo por peso al sacrificio ( $P \leq 0.1$ ), existiendo un efecto del peso al sacrificio ( $P \leq 0.1$ ), presentando ambos sexos una mayor proporción de digestivo completo en los sacrificados a los 12 Kg de peso vivo.

Así mismo, cuando consideramos el % de proventrículos, se observa un efecto del peso al sacrificio ( $P \leq 0.05$ ), aumentando de 1,62% en los de 10 Kg, a 1,81% en los de 12 Kg, lo que demuestra un mayor desarrollo del rumen en los corderos de 12 Kg de peso al sacrificio. El sexo no mostró diferencias significativas para este componente.

El % de intestinos no fue significativamente diferente para ninguno de los dos factores estudiados, representando un 4,7% de media.

El % de contenido digestivo, aunque muestra una pequeña interacción de sexo por peso de sacrificio ( $P \leq 0.1$ ), ésta es de tipo cuantitativo para el peso, puesto que los sacrificados a los 12 Kg presentan en ambos sexos una mayor proporción (8,50%) de contenido digestivo que los sacrificados a los 10 Kg (7,14%) ( $P \leq 0,1$ ). Respecto al sexo, no existen diferencias significativas, aunque en los machos existe una mayor cantidad de contenido digestivo con relación al peso vivo vacío, lo cual equipara dicho peso en ambos sexos, puesto que presentaban un mayor distanciamiento en cuanto al peso vivo presacrificio (Tabla IV.4.).

En la proporción de grasa omental con respecto al peso vivo vacío y considerada a la misma ganancia media diaria de los corderos (Tabla IV.5.), existe un claro efecto del sexo ( $P \leq 0.01$ ), presentando las hembras un mayor acúmulo de dicho depósito graso (1,68%) que los machos (1,34%). No existen diferencias para este componente en cuanto al peso de sacrificio (1,51% en ambos pesos). Para el % de grasa mesentérica, ambos sexos muestran el mismo desarrollo (1,54%), no siendo así para el peso de sacrificio ( $P \leq 0.001$ ), donde se pasa de 1,38% en los de 10 Kg a los 1,71% en los de 12 Kg.



Tabla IV.5.

Valores medios y análisis de covarianza (cuadrados medios) del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre de los diferentes componentes del tracto digestivo con respecto al peso vivo vacío, y la proporción del quinto cuarto

Efectos (n)	% Digestivo Completo	% Proventrículos	% Intestinos	% Contenido Digestivo	% Grasa Omental	% Grasa Mesentérica	% Grasas del Digestivo <sup>a</sup>	% Quinto Cuarto <sup>b</sup>
Machos (22)	17.74	1.74	4.84	7.96	1.34	1.54	2.88	41.47
Hembras (23)	17.30	1.69	4.56	7.68	1.68	1.54	3.22	40.43
10 Kg (25)	16.66	1.62	4.75	7.14	1.51	1.38	2.89	41.26
12 Kg (20)	18.38	1.81	4.65	8.50	1.51	1.71	3.21	40.64
<b>Cuadrados medios <sup>c</sup> :</b>								
GMD <sup>d</sup>	1.058**	0.21***	0.238***	0.803*	0.093*	0.171***	0.065	0.117***
Sexo (S)	0.008	0.039	0.045	0.023	0.220**	0.000	1.264*	0.072**
Peso (P)	0.386 <sup>+</sup>	0.040*	0.005	0.509 <sup>+</sup>	0.000	0.158***	0.899 <sup>+</sup>	0.019
S x P	0.418 <sup>+</sup>	-	-	0.566 <sup>+</sup>	-	-	-	-
Error	10.42	0.06	0.41	6.62	0.11	0.07	0.02	1.28

<sup>a</sup> Grasas del Digestivo = Grasa Omental + Grasa Mesentérica

<sup>b</sup> Quinto cuarto = Peso vivo sacrificio - Peso canal caliente - Contenido Digestivo

<sup>c</sup> Nivel de Significación : + (P ≤ 0.1), \* (P ≤ 0.05), \*\* (P ≤ 0.01), \*\*\* (P ≤ 0.001)

<sup>d</sup> GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

Si consideramos el desarrollo de la grasa omental y la mesentérica conjuntamente (Grasa del digestivo o viscerales) se observa que las hembras presentan un mayor acumulo graso (3,22%) que los machos (2,88%) ( $P \leq 0,05$ ) y como ya hemos observado esto es debido principalmente al mayor desarrollo de la grasa omental que existe en las hembras con relación a los machos. El peso de sacrificio sólo presenta un ligero efecto ( $P \leq 0,1$ ), siendo las grasas del digestivo más importantes en los de 12 Kg.

Los componentes del quinto cuarto han sido calculados descontando del peso vivo al sacrificio los pesos de la canal caliente y del contenido digestivo. La proporción del quinto cuarto respecto al peso vivo vacío y al mismo crecimiento de los corderos ( $P \leq 0,001$ ), presenta un efecto del sexo ( $P \leq 0,01$ ), debido a un menor desarrollo de dichos componentes en las hembras. El peso no presentó diferencias en dicho componente, siendo un 41% de media.

### **3.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA**

Los parámetros que determinan el estado de engrasamiento de la canal vienen representados en la Tabla IV.6., donde se observan las medias y el análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre dichos parámetros.

#### **3.1.-Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento**

El engrasamiento de la canal mediante puntuación mostró un efecto del peso de sacrificio ( $P \leq 0,001$ ) pasando de 1,68 a 2,17 de 10 a 12 Kg de peso vivo al sacrificio, lo que demuestra que en los 10 Kg de peso vivo, los corderos se clasifican entre la primera y la segunda categoría de la escala, mientras que para los 12 Kg, lo hacen de la segunda a la tercera. El sexo no mostró diferencias significativas en el engrasamiento de la canal, aunque las hembras presentaron una mayor puntuación que los machos.

La evaluación subjetiva de la grasa interna, llevada a cabo por la puntuación de la grasa pelviorrenal, mostró diferencias significativas en cuanto al sexo ( $P \leq 0,001$ ), presentando las hembras una mayor cantidad que los machos (2,52 y 2,07 respectivamente). El efecto del peso al sacrificio no fue significativo para dicho parámetro, cuando la grasa pelviorrenal fue analizada al mismo estado de crecimiento de los corderos ( $P \leq 0,001$ ).

### 3.2.- Evaluación objetiva del estado de engrasamiento

La grasa pelviorrenal derecha muestra un efecto claro del sexo ( $P \leq 0,001$ ), tanto en la expresada en cantidad como la expresada en % del peso de la media canal derecha. Aunque en ambos casos existe una interacción ( $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,1$  respectivamente), ésta es de tipo cuantitativo, lo que nos indica que tanto en 10 como en 12 Kg de peso vivo al sacrificio, las hembras siempre presentan un valor superior a los machos. Las hembras tienen 97,91 g de grasa pelviorrenal derecha y 3,48% de dicha grasa respecto al peso de la media canal derecha, y los machos 68,50 g y un 2,42%, respectivamente.

El peso de sacrificio afectó a la grasa pelviorrenal derecha ( $P \leq 0,01$ ), existiendo una mayor cantidad en los de 12 Kg frente a los de 10 Kg, pero cuando dicho parámetro se expresa como proporción del peso de la media canal derecha las diferencias se anulan.

El espesor dorsal medio de la grasa subcutánea fue de 1,88 mm para los machos y de 2,44 mm para las hembras, existiendo una ligera diferencia significativa ( $P \leq 0,1$ ). El peso de sacrificio no afectó al espesor de grasa dorsal, aunque fue mayor en los de 12 Kg que en los de 10 Kg de peso vivo al sacrificio (2,33 vs 1,99).

### 3.3.- Color de la grasa

Las medias y análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos, sobre los parámetros relacionados con el color de la grasa, aparecen reflejados en la Tabla IV.6.

El color de la grasa se valoró mediante la luminosidad ( $L^*$ ), el índice de rojo ( $a^*$ ) y el índice de amarillo ( $b^*$ ), así como mediante el índice de saturación de la grasa o cromaticidad (IS), calculado como:  $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$ .

La luminosidad de la grasa presentó un efecto del peso al sacrificio de los corderos ( $P \leq 0,1$ ), observándose una ligera interacción de sexo por peso de tipo cuantitativo. Los corderos de 10 Kg obtuvieron un 71,32 de  $L^*$  y los de 12 Kg un 72,75. El sexo no afectó a dicho parámetro.

**Tabla IV.6.**  
Medias y análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre los parámetros del engrasamiento de la canal y del color de la grasa

Efectos (n)	Puntuación Engrasamiento Canal	Puntuación Grasa Pelvicorrenal	Grasa Pelvicorrenal derecha (g)	% Grasa Pelvicorrenal derecha/ PMCD <sup>c</sup>	Espesor dorsal medio (mm)	Color de la grasa <sup>d</sup>			
						L*	a*	b*	IS
<b>Machos (22)</b>	1.87	2.07	68.50	2.42	1.88	72.17	4.38	8.29	9.42
<b>Hembras (23)</b>	1.97	2.52	97.91	3.48	2.44	71.91	4.21	7.91	9.05
<b>10 Kg (25)</b>	1.68	2.26	75.20	2.97	1.99	71.32	4.13	8.43	9.47
<b>12 Kg (20)</b>	2.17	2.33	91.21	2.92	2.33	72.75	4.46	7.78	9.05
<b>Cuadrados medios<sup>e</sup>:</b>									
<b>GMD<sup>f</sup></b>	0.043	3.147***	2687.71**	0.165*	3.881 <sup>+</sup>	-	-	-	-
<b>Sexo(S)</b>	0.111	2.223***	9568.4***	1.038***	3.504 <sup>+</sup>	0.786	0.316	1.633	0.057
<b>Peso (P)</b>	2.020***	0.039	2142.13**	0.003	0.967	22.48 <sup>+</sup>	1.255	4.683	0.084
<b>S x P</b>	-	-	1062.16*	0.068 <sup>+</sup>	-	16.83 <sup>+</sup>	-	-	-
<b>Error</b>	0.12	0.14	246.3	1.11	1.05	6.01	1.78	3.36	3.91

<sup>c</sup>PMCD = Peso de la media canal derecha

<sup>d</sup>L\* : Luminosidad, a\* : índice de rojo, b\* : índice de amarillo, IS: índice de saturación =  $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$

<sup>e</sup>Nivel de Significación : + (P ≤ 0.1), \* (P ≤ 0.05), \*\* (P ≤ 0.01), \*\*\* (P ≤ 0.001)

<sup>f</sup>GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

En el resto de los índices relacionados con el color no se observaron efectos significativos, presentando unos valores medios de 4,30 el a\*, 8,10 el b\* y 9,23 el IS.

#### **4.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR**

##### **4.1.- Despiece**

Las medias y análisis de covarianza de los efectos del sexo y del peso al sacrificio sobre la proporción de piezas de la media canal izquierda corregida aparecen en la Tabla IV.7.

Del despiece realizado en la media canal izquierda se obtuvieron seis piezas, que por orden decreciente de importancia respecto de la media canal corregida fueron: Pierna, Costillar, Espalda, Bajos, Badal y Cuello.

Las piezas de Primera Categoría (Pierna, Costillar y Badal) representaron un 63,26% del total de la media canal izquierda corregida, siendo las de Segunda Categoría (Espalda) un 19,92% y las de Tercera Categoría (Bajos y Cuello) un 16,82%.

El sexo tuvo efectos significativos sobre el Costillar ( $P \leq 0,001$ ), teniendo la hembras un mayor desarrollo que los machos (22,53% vs. 20,72%), evolucionando las piezas de 1ª Categoría ( $P \leq 0,05$ ) en el mismo sentido (63,68% vs. 62,83%), aunque los machos obtuvieron una mayor proporción de badal ( $P \leq 0,05$ ). Sobre las piezas de 2ª Categoría, fueron los machos los que presentaron un mayor valor ( $P \leq 0,1$ ), conteniendo un 20,11% de espalda frente a un 19,73% de las hembras. En el Cuello los machos tuvieron una mayor proporción que las hembras ( $P \leq 0,01$ ), así como en el resto de las piezas, pero sin efectos significativos. Igualmente, las piezas de 3ª Categoría no fueron afectadas por el sexo, aunque fueron mayores en los machos.

El peso al sacrificio al considerar la proporción de piezas con respecto a la media canal izquierda corregida no afectó significativamente a ninguna de ellas. Presenta una mayor importancia relativa el Costillar y los Bajos en los corderos sacrificados a los 12 Kg y el resto de las piezas en los corderos de menor peso al sacrificio.

Sobre la distribución de piezas por categorías, el efecto del peso al sacrificio no fue significativo en ninguna de ellas, aunque se produjo una disminución de las piezas de 1ª y 2ª Categoría con el incremento de peso de los corderos.

Tabla IV.7.

Medias y análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre el % de piezas de la media canal izquierda corregida

Efectos (n)	Pierna	Costillar	Badal	Espalda	Bajos	Cuello	1ª Categoría <sup>a</sup>	2ª Categoría <sup>b</sup>	3ª Categoría <sup>c</sup>
<b>Machos (22)</b>	34.31	20.72	7.79	20.11	9.59	7.47	62.83	20.11	17.06
<b>Hembras (23)</b>	33.81	22.53	7.34	19.73	9.71	6.88	63.68	19.73	16.58
<b>10 Kg (25)</b>	34.27	21.47	7.59	20.02	9.40	7.25	63.33	20.02	16.65
<b>12 Kg (20)</b>	33.86	21.79	7.54	19.82	9.90	7.10	63.19	19.82	17.00
<b>Cuadrados medios <sup>d</sup> :</b>									
<b>GMD <sup>e</sup></b>	0.001	0.067 <sup>+</sup>	0.031	0.000	0.001	0.024	0.994	0.000	0.007
<b>Sexo (S)</b>	0.020	0.429***	0.080*	0.019 <sup>+</sup>	0.004	0.140**	8.200*	0.019 <sup>+</sup>	0.038
<b>Peso (P)</b>	0.010	0.010 <sup>+</sup>	0.001	0.005	0.051	0.007	0.157	0.005	0.014
<b>S x P</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	1.09	1.53	0.55	0.54	1.08	0.44	1.46	0.54	1.29

<sup>a</sup> 1ª Categoría: Pierna, Costillar y Badal<sup>b</sup> 2ª Categoría: Espalda<sup>c</sup> 3ª Categoría: Bajos y Cuello<sup>d</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)<sup>e</sup> GMD: Ganancia media diaria (Covariable)

**Tabla IV.8.**  
Medias y análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre la composición tisular del Costillar (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos

Efectos (n)	% Músculo (M)	% Hueso (H)	% Grasa (G)	% Grasa Subcutánea	% Grasa Intermuscular	% Grasa Renal	% Desechos	M/H	M/G	Subcutánea/ Intermuscular
<b>Machos (22)</b>	49.24	20.04	26.44	9.54	6.84	10.12	4.28	2.50	1.95	1.43
<b>Hembras (23)</b>	46.78	17.13	32.04	11.39	7.12	13.45	4.06	2.78	1.51	1.82
<b>10 Kg (25)</b>	48.23	19.35	28.25	9.89	6.73	11.62	4.18	2.55	1.80	1.67
<b>12 Kg (20)</b>	47.79	17.82	30.23	11.04	7.22	11.95	4.16	2.73	1.65	1.58
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>										
<b>GMD <sup>b</sup></b>	69.90*	0.274 <sup>+</sup>	1.874***	1.535**	0.114	0.563*	0.097	0.002	0.209***	0.167
<b>Sexo (S)</b>	67.76*	1.272***	3.088***	1.030*	0.023	2.665***	0.055	0.082*	0.305***	0.207 <sup>+</sup>
<b>Peso (P)</b>	1.59	0.261 <sup>+</sup>	0.292	0.290	0.101	0.014	0.000	0.027	0.024	0.001
<b>S x P</b>	-	-	-	0.579 <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	11.20	6.15	15.96	7.76	3.76	4.15	2.32	0.16	0.12	0.62

<sup>a</sup> Nivel de significación: <sup>+</sup> ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

<sup>b</sup> GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

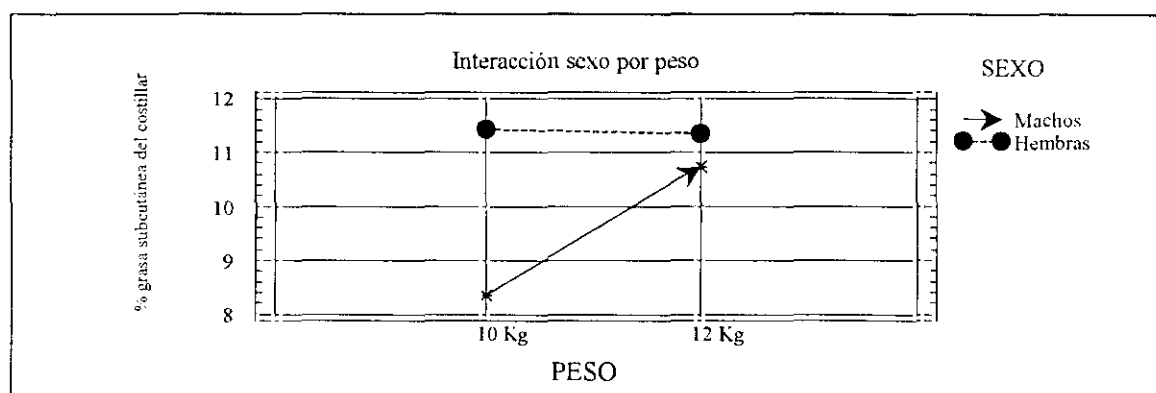
#### 4.2.- Composición tisular del Costillar

Las medias y análisis de covarianza (cuadrados medios de la covariable, de los efectos, de la interacción entre ellos y del error experimental) de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre la composición tisular del Costillar (%) y las relaciones de los distintos tejidos obtenidos aparecen representados en la Tabla IV.8.

El efecto del sexo sobre la composición tisular del Costillar es muy marcado en prácticamente todos los tejidos analizados, obteniendo los machos una mayor proporción de músculo ( $P \leq 0,05$ ) y de hueso ( $P \leq 0,001$ ), con un menor porcentaje de grasa total ( $P \leq 0,001$ ) que las hembras. En éstas, la grasa total representó un 32,04% de los tejidos, siendo prácticamente el doble que el porcentaje de hueso (17,13%), presentando el músculo con un 46,78%. Es de destacar, además, la importancia que en la grasa total ejerce el nivel de crecimiento de los corderos ( $P \leq 0,001$ ). Las diferencias entre sexos observadas para la grasa se deben principalmente a la grasa renal ( $P \leq 0,001$ ), aunque también a la subcutánea ( $P \leq 0,05$ ), no siendo significativa la grasa intermuscular.

La grasa subcutánea, aunque presenta una leve interacción de sexo por peso al sacrificio ( $P \leq 0,1$ ), ésta es de tipo cuantitativo (Figura IV.1.). En las hembras, al aumentar de peso al sacrificio, disminuye levemente la grasa subcutánea (de 11,44% a 11,34%), mientras que en los machos, el cambio de peso produce un importante aumento cuantitativo de dicha grasa (de 8,35% a 10,73%), presentando siempre y para ambos pesos las hembras una mayor proporción de grasa subcutánea que los machos ( $P \leq 0,05$ ).

**Figura IV.1.**  
Interacción Cuantitativa del efecto sexo sobre la proporción de grasa subcutánea del Costillar





La relación músculo/hueso (M/H) presenta un efecto del sexo ( $P \leq 0,05$ ) siendo mayor en las hembras (2,78) que en los machos (2,50), por el reducido % de hueso presente en las primeras (Tabla IV.8). En la relación músculo/grasa (M/G), para la misma ganancia media diaria de los corderos ( $P \leq 0,001$ ), el efecto del sexo fue mucho más acusado ( $P \leq 0,001$ ), con 1,95 en los machos y 1,51 en las hembras, debido a la diferencia de engrasamiento entre sexos descrita anteriormente.

La relación de grasa subcutánea/grasa intermuscular presentó un ligero efecto significativo ( $P \leq 0,1$ ) con el sexo, presentando las hembras una mayor relación que los machos (1,82 vs. 1,43). El % de desechos obtenidos no presentó diferencias significativas con el sexo.

La composición tisular del Costillar no presentó apenas diferencias significativas con el aumento del peso al sacrificio, siendo el % de hueso levemente superior en los de 10 Kg de peso vivo ( $P \leq 0,1$ ), así como el % de músculo y el cociente M/G, siendo por el contrario el cociente M/H inferior en ellos. Todos los componentes grasos del Costillar fueron superiores en los corderos sacrificados a los 12 Kg, aunque no significativamente diferentes, representando la grasa total un 30,23% en éstos corderos.

#### **4.3.- Composición tisular de la Pierna**

Las medias y análisis de covarianza (cuadrados medios de la covariable, de los efectos, de la interacción y del error experimental) de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre la composición tisular de la Pierna (%) y las relaciones entre los distintos tejidos obtenidos aparecen representados en la Tabla IV.9.

Sobre la composición tisular de la Pierna, el sexo afectó principalmente al % de hueso presente en la misma ( $P \leq 0,01$ ), obteniendo los machos una mayor proporción que las hembras (22,87 vs. 21,48%), no modificándose el % de músculo.

La relación M/H fue superior en las hembras ( $P \leq 0,01$ ) con un 2,79, mientras que en los machos fue de 2,60.

**Tabla IV.9.**  
Medias y análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre la composición tisular de la Pierna (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos

Efectos (n)	% Músculo (M)	% Hueso (H)	% Grasa (G)	% Grasa Subcutánea	% Grasa Intermuscular	% Grasa Pélvica	% Desechos	M/H	M/G	Subcutánea/ Intermuscular
<b>Machos (22)</b>	59.38	22.88	14.15	6.56	4.79	2.80	3.58	2.60	4.43	1.46
<b>Hembras (23)</b>	59.58	21.48	15.33	7.62	4.44	3.25	3.63	2.79	4.02	1.72
<b>10 Kg (25)</b>	59.65	22.75	13.88	6.73	4.40	2.74	3.73	2.63	4.47	1.59
<b>12 Kg (20)</b>	59.31	21.62	15.60	7.45	4.83	3.30	3.48	2.76	3.98	1.60
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>										
<b>GMD <sup>b</sup></b>	23.07*	0.003	0.539*	1.039**	0.007	0.000	0.005	0.002	0.208*	0.182*
<b>Sexo (S)</b>	0.456	0.250**	0.286 <sup>+</sup>	0.433 <sup>+</sup>	0.036	0.195	0.000	0.035**	0.095	0.126 <sup>+</sup>
<b>Peso (P)</b>	0.937	0.123*	0.407*	0.119	0.085	0.168	0.015	0.012	0.122 <sup>+</sup>	0.000
<b>S x P</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	4.06	2.26	5.65	3.19	1.65	1.16	1.01	0.05	0.76	0.19

<sup>a</sup> Nivel de significación: + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ )

<sup>b</sup> GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

La grasa total de la Pierna se reparte entre grasa subcutánea, intermuscular y pélvica, representando la grasa subcutánea cerca de un 50% de la grasa total.

Por sexos, las hembras tienen un porcentaje mayor ( $P \leq 0,1$ ) de grasa total (15,33%) que los machos (14,15%), como consecuencia del aumento de grasas subcutánea y pélvica que se produce en ellas. La relación de grasa subcutánea/grasa intermuscular muestra un cociente medio de 1,60 en esta pieza, alcanzando en las hembras un 1,72 frente a un 1,46 en los machos. El cociente M/G fue de 4,23 de media, sobrepasando levemente el valor de 4 en las hembras, no presentando diferencias significativas debidas al sexo. Así como tampoco el % de desechos.

El peso de sacrificio no afectó al % de músculo de la pierna, y si en cambio, al porcentaje de hueso y de grasa ( $P \leq 0,05$ ), siendo menor y mayor, respectivamente, en los corderos sacrificados a los 12 Kg de peso vivo.

Así mismo, la proporción de grasa de todos los depósitos grasos de la pierna (subcutánea, intermuscular y pélvica) fue superior, aunque no de forma significativa, en los corderos de mayor peso al sacrificio.

El % de desechos no se diferenció significativamente por el aumento de peso de sacrificio de los corderos.

#### **4.4.- Composición Tisular de la Canal**

Las medias y análisis de covarianza (ganancia media diaria como covariable) del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre la composición tisular de la Canal (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos, se pueden observar en la Tabla IV.10.

La proporción de músculo, observada para la misma ganancia media de los corderos ( $P \leq 0,1$ ) no presentó diferencias significativas para ninguno de los factores estudiados, presentando los corderos un 53,45% de músculo en la canal.

En cuanto al porcentaje de hueso, el sexo y el peso de sacrificio obtuvieron significación estadística ( $P \leq 0,001$  y  $P \leq 0,05$ , respectivamente), presentando los machos una proporción relativa mayor (23,45%) que las hembras (21,75%), así como los corderos sacrificados a los 10 Kg frente a los de 12 Kg (23,21 % vs. 21,99%).

**Tabla IV.10.**  
Medias y análisis de covarianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio sobre la composición tisular de la Canal (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos

Efectos(n)	% Músculo (M)	% Hueso (H)	% Grasa (G)	% Grasa Subcutánea	% Grasa Intermuscular	% Grasa Pélvica + Renal	% Desechos	M/H	M/G	Subcutánea/ Intermuscular
<b>Machos (22)</b>	53.90	23.45	18.58	7.20	8.05	2.99	4.07	2.31	3.01	0.91
<b>Hembras (23)</b>	52.99	21.75	21.44	9.07	7.98	4.06	3.83	2.45	2.54	1.15
<b>10 Kg (25)</b>	53.86	23.21	19.03	7.47	7.84	3.39	3.90	2.33	2.92	0.98
<b>12 Kg (20)</b>	53.02	21.99	20.99	8.81	8.18	3.66	4.00	2.43	2.63	1.08
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>										
<b>GMD <sup>b</sup></b>	16.45 <sup>+</sup>	0.038	5.303**	0.209	11.17*	0.152*	1.721 <sup>+</sup>	0.000	2.031**	0.001
<b>Sexo (S)</b>	9.122	0.361***	1.157***	1.164***	0.000	0.895***	0.051	0.023*	0.210***	0.143**
<b>Peso (P)</b>	5.88	0.143*	0.388*	0.423*	0.034	0.041	0.007	0.008	0.068 <sup>+</sup>	0.023
<b>S x P</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	4.44	1.88	7.63	2.93	1.96	0.46	0.57	0.03	0.24	0.05

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)

<sup>b</sup> GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

El % de grasa total en la canal, al mismo nivel de crecimiento medio de los corderos ( $P \leq 0,01$ ), estuvo afectado principalmente por el sexo ( $P \leq 0,001$ ), así como también por el peso de sacrificio ( $P \leq 0,05$ ). Las hembras tuvieron una canal más grasa (21,44%) que los machos (18,58%) y los corderos de 12 Kg de peso al sacrificio más que los de 10 Kg (20,99% y 19,03%, respectivamente).

Las diferencias en el engrasamiento de la canal, fueron debidas principalmente al depósito adiposo subcutáneo, tanto para el sexo ( $P \leq 0,001$ ) como para el peso ( $P \leq 0,05$ ), no estando éste depósito afectado por el crecimiento medio de los corderos. La grasa subcutánea de la canal, por tanto, fue superior en las hembras, así como en los corderos de 12 Kg de peso al sacrificio. El depósito intermuscular de la canal no presentó diferencias observables para ninguno de los dos factores, representando un 8,02% de la grasa total de la canal. Sin embargo, el depósito pélvico y renal de la canal mostró un efecto importante del sexo ( $P \leq 0,001$ ), siendo mayor en las hembras, alcanzando en ellas un 4,06 % de la grasa de la canal.

El % de desechos no mostró diferencias significativas ni para el sexo ni para el peso de sacrificio de los corderos.

La relación de músculo/hueso (M/H) fue diferente en cuanto al sexo considerado ( $P \leq 0,05$ ), presentando una mayor relación las hembras (2,45) que los machos (2,31). El peso no afectó a dicha relación. Sin embargo, la de músculo/grasa (M/G), fue muy superior ( $P \leq 0,001$ ) en los machos, alcanzando en ellos el 3,01, frente a un 2,54 en las hembras. El peso de sacrificio produjo un ligero efecto sobre ésta relación ( $P \leq 0,1$ ), siendo superior en los de menor peso.

La relación entre depósitos grasos (subcutáneo/intermuscular) presentó un mayor valor ( $P \leq 0,01$ ) en las hembras (1,15), no alcanzando la proporción 1:1 en los machos (0,91). El peso de sacrificio no modificó dicha relación de tejidos adiposos.

#### **4.5.- Parámetros relacionados con la Composición Tisular**

Las medias y el análisis de covarianza (cuadrados medios de la covariable, de los efectos, de la interacción y del error experimental), del efecto del sexo y del peso de sacrificio sobre algunos parámetros relacionados con la composición tisular del músculo y del hueso, aparecen descritos en la Tabla IV.11.

La longitud y el peso del hueso Gran Metacarpiano izquierdo, que están relacionados con la cantidad de hueso total de la canal, muestran un efecto claro del sexo ( $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,001$ , respectivamente), presentando los machos una mayor longitud (110,91 mm) que las hembras (107,64 mm) y un mayor peso (26,83 g) que éstas (23,92 g).

Sobre las medidas óseas realizadas en el hueso metacarpiano, el peso al sacrificio no mostró efecto sobre la longitud y sí sobre el peso de dicho hueso ( $P \leq 0,01$ ), presentando los corderos sacrificados a los 12 Kg un mayor peso (26,46 g) que los sacrificados a los 10 Kg de peso (24,29 g).

Como parámetros relacionados con el músculo de la canal, se consideró el peso de los músculos *Longissimus dorsi* y el *Semitendinosus* (localizados en la zona del costillar el primero y en la pierna el segundo).

Ni el peso del músculo *Longissimus dorsi* ni su porcentaje respecto al peso de la media canal derecha, presentaron diferencias significativas en cuanto al sexo. El músculo *Semitendinosus*, que también fue algo mayor en los machos en peso, tampoco fue estadísticamente diferente por sexos, ni en peso ni en proporción al peso de la media canal derecha.

Los músculos considerados fueron significativamente afectados por el peso de sacrificio ( $P \leq 0,001$  para la cantidad de ambos músculos). En el m. *Longissimus dorsi*, los corderos sacrificados a los 12 Kg presentaron una mayor cantidad (156,18 g) que los de 10 Kg (137,69 g), pero cuando se consideró dicho músculo como porcentaje respecto al peso de la media canal derecha ( $P \leq 0,05$ ), los corderos de menor peso obtuvieron una mayor proporción relativa (5,47% en los 10 Kg y 5,02% en los de 12 kg de peso al sacrificio).

El peso del músculo *Semitendinosus*, aunque estadísticamente fue superior en los corderos de 12 Kg que en los de 10 Kg ( $P \leq 0,001$ ) (34,58% vs. 28,19%), cuando se expresa dicho músculo con relación al peso de la media canal derecha, ambos pesos de sacrificio igualan sus proporciones (1,12%).

Tabla IV.11.  
Medias y análisis de covarianza (cuadrados medios) del efecto del sexo y del peso de sacrificio sobre algunos parámetros relacionados con la composición tisular

Efectos (n)	Longitud Hueso Metacarpiano (mm)	Peso Hueso Metacarpiano (g)	Peso Músculo <i>Longissimus dorsi</i> (g)	% Músculo <i>Longissimus dorsi</i> /PMCD <sup>a</sup>	Peso Músculo <i>Semitendinosus</i> (g)	% Músculo <i>Semitendinosus</i> /PMCD <sup>a</sup>
Machos (22)	110.91	26.83	147.87	5.25	31.76	1.12
Hembras (23)	107.64	23.92	146.00	5.24	31.01	1.11
10 Kg (25)	108.19	24.29	137.69	5.47	28.19	1.12
12 Kg (20)	110.36	26.46	156.18	5.02	34.58	1.12
<b>Cuadrados medios<sup>b</sup>:</b>						
GMD <sup>c</sup>	0.055	12.87 <sup>+</sup>	1160.2*	0.242	35.79	0.003
SEXO (S)	119.81*	94.27***	38.95	0.003	6.317	0.001
PESO (P)	39.27	39.04**	2854.4***	1.669*	340.08***	0.000
S x P	-	-	-	-	-	-
Error	17.79	4.33	190.12	0.29	19.20	0.03

<sup>a</sup> PMCD – peso de la media canal derecha

<sup>b</sup> Nivel de significación: + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

<sup>c</sup> GMD = Ganancia media diaria (Covariable)

## 5. CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS

### 5.1.-Extracción de los lípidos

El porcentaje de grasa química, se obtuvo mediante la extracción de la grasa subcutánea e intermuscular y de la extracción de la grasa intramuscular de los músculos *Longissimus dorsi* del costillar y *Cuadriceps femoris* de la pierna. Sobre dichas grasas se realizó un análisis de varianza, considerando los efectos del sexo, del peso al sacrificio de los corderos y de la localización del depósito extraído, cuyas medias y análisis de varianza se muestran en la Tabla IV.12. En la grasa pelvico renal extraída de la media canal derecha, se realizó el análisis de varianza del efecto del sexo y del peso al sacrificio (Tabla IV.12).

**Tabla IV.12.**  
Medias y análisis de varianza (cuadrados medios) del efecto del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre el % de grasa química de diferentes depósitos adiposos de la canal

	Grasa Subcutánea (n = 65)	Grasa Intermuscular (n = 74)	Grasa Intramuscular (n = 63)	Grasa Pelvico renal (n = 31)
<b>Machos</b>	62.27	50.58	3.35	59.77
<b>Hembras</b>	61.02	52.37	3.41	59.94
<b>10 Kg</b>	62.30	50.80	3.26	59.83
<b>12 Kg</b>	60.99	52.13	3.50	59.88
<b>Costillar</b>	66.36	52.43	3.31	-
<b>Pierna</b>	56.94	50.50	3.45	-
<b>Cuadrados medios:</b>				
<b>Sexo (S)</b>	25.15	58.07	0.005	0.225
<b>Peso (P)</b>	27.16	32.60	0.060	0.026
<b>Localización (L)</b>	1381.71***	68.48	0.027	-
<b>S x P</b>	-	333.48**	0.088	176.52*
<b>S x L</b>	-	36.70	0.063	-
<b>P x L</b>	-	6.88	0.089	-
<b>S x P x L</b>	-	-	-	-
<b>Error</b>	61.56	32.97	0.32	27.33

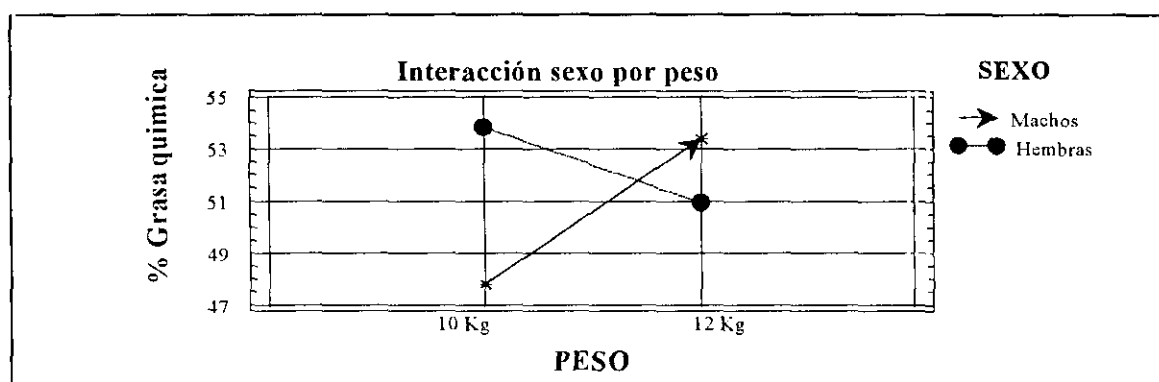
\* Nivel de significación: \* ( $P \leq 0.05$ ), \*\* ( $P \leq 0.01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0.001$ )



La grasa subcutánea extraída químicamente no presentó efectos significativos del sexo ni del peso al sacrificio, aunque obtuvieron más grasa los machos y los corderos de menor peso, respectivamente. El efecto de la localización sobre dicho depósito grasa ( $P \leq 0,001$ ) mostró una mayor cantidad de grasa subcutánea extraída en el costillar (66,36 %) frente a la extraída en la pierna (56,94%).

En la grasa intermuscular existió una interacción cualitativa ( $P \leq 0,01$ ) de los efectos del sexo por peso al sacrificio (Figura IV.2). En los machos se produce un aumento de dicha grasa, con el incremento de peso al sacrificio (de 47,79% a 53,37%, de 10 a 12 Kg, respectivamente), mientras que en las hembras, el aumento de peso, produce una ligera disminución en el % de grasa intermuscular extraída químicamente (de 53,82% a 50,89% de 10 a 12 Kg, respectivamente). Por localización, la grasa intermuscular fue superior en el Costillar que en la Pierna, aunque sin efectos estadísticamente significativos (Tabla IV.12.).

**Figura IV.2.**  
Interacción Cualitativa del efecto sexo sobre la proporción de Grasa Intermuscular extraída químicamente



Los factores estudiados no presentaron diferencias significativas sobre el % de grasa intramuscular extraída químicamente, aunque los machos presentaron una ligera menor cantidad de grasa que las hembras, y los corderos de 12 Kg algo más que los de 10 Kg de peso al sacrificio. El % de grasa extraída del músculo *Longissimus dorsi* fue ligeramente inferior al % de grasa extraída del músculo *Cuadriceps femoris* (3,31% y 3,45%, respectivamente).

La grasa química extraída de la grasa pelviorrenal de la media canal derecha (Tabla IV.12), presentó una leve interacción cualitativa de los efectos del sexo por peso al sacrificio ( $P \leq 0,05$ ), debido a que en las hembras, al pasar de 10 a 12 Kg de peso, ésta grasa aumenta, mientras que en los machos, el cambio de peso produce una disminución de la misma.

## 5.2.- Composición en ácidos grasos

### *Grasa subcutánea*

Las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos y de la localización del depósito adiposo subcutáneo sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa subcutánea aparecen descritos en la Tabla IV.13.

Los ácidos grasos mayoritarios encontrados en la grasa subcutánea fueron el ácido palmítico (C 16:0) con un 30,87%, el ácido oleico (C 18:1) con un 28,10%, el ácido esteárico (C 18:0) con un 13,84% y el ácido mirístico (C 14:0) con un 12,11%; representando conjuntamente un 84,92% del total de ácidos grasos presentes en dicha grasa. Los ácidos grasos restantes no alcanzaron individualmente el 4% del total de ácidos grasos analizados.

El sexo no presentó diferencias observables en los ácidos grasos de la grasa subcutánea, mostrando el peso de sacrificio un efecto ( $P \leq 0,05$ ) sobre el ácido oleico (C 18:1), pues la interacción ( $P \times L$ ) que aparece en dicho ácido graso es de tipo cuantitativa ( $P \leq 0,05$ ). En los corderos sacrificados a 10 Kg de peso, el ácido oleico (C 18:1) presentó una mayor proporción (28,73%), que en los de 12 Kg (27,49%). Con respecto a la localización sólo el ácido palmítico (C 16:0) presentó efectos significativos ( $P \leq 0,05$ ), teniendo la pierna una menor proporción que el costillar (30,42% vs. 31,32%). Para dicho factor, el resto de los ácidos grasos o no presentaron efectos o presentaron interacciones triples.

Las relaciones de los distintos ácidos grasos encontrados en la grasa subcutánea se muestran en la Tabla IV.14., donde se observan las medias y el análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos del sexo, del peso al sacrificio y de la localización del depósito adiposo subcutáneo.

Los ácidos grasos de cadena impar (C 15:0 + C 17:0 + C 17:1) presentaron un 4,32% de media, existiendo una interacción triple de los factores estudiados ( $P \leq 0,001$ ).

**Tabla IV.13.**  
Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Subcutánea

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
<b>Machos (31)</b>	3.56	12.13	1.96	31.11	3.10	2.30	0.001	14.01	27.91	2.59	0.74	0.55
<b>Hembras (34)</b>	3.34	12.10	2.00	30.63	3.24	2.37	0.029	13.67	28.32	2.37	0.96	1.09
<b>10 Kg (31)</b>	3.43	11.97	1.96	30.91	3.15	2.39	0.004	13.88	28.73	2.43	0.58	0.64
<b>12 Kg (34)</b>	3.48	12.26	2.00	30.83	3.19	2.29	0.027	13.80	27.49	2.53	1.12	1.00
<b>Costillar (29)</b>	3.59	11.96	2.21	31.32	3.16	2.58	0.030	14.02	28.06	2.46	0.35	0.32
<b>Pierna (36)</b>	3.32	12.28	1.75	30.42	3.18	2.09	0.000	13.66	28.16	2.50	1.35	1.33
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
Sexo (S)	0.006	0.001	0.027	0.029	0.030	0.047	0.039 <sup>+</sup>	0.033	0.023	0.073	0.550	1.78 <sup>*</sup>
Peso (P)	0.034	0.030	0.027	0.001	0.006	0.000	0.025	0.001	0.201 <sup>*</sup>	0.142	2.66 <sup>**</sup>	0.88
Localización (L)	0.011	0.032	0.230 <sup>*</sup>	0.099 <sup>*</sup>	0.002	0.209	0.041 <sup>+</sup>	0.037	0.002	0.107	8.28 <sup>***</sup>	6.00 <sup>***</sup>
S x P	0.218	0.151 <sup>*</sup>	0.307 <sup>*</sup>	0.107 <sup>*</sup>	0.165 <sup>**</sup>	0.745 <sup>***</sup>	-	0.140 <sup>*</sup>	0.080	-	0.004	0.000
S x L	0.013	0.000	0.014	0.021	0.076 <sup>*</sup>	0.000	-	0.099 <sup>*</sup>	0.160 <sup>+</sup>	-	0.690 <sup>+</sup>	0.130
P x L	0.039	0.097	0.029	0.022	0.011	0.000	-	0.047	0.190 <sup>*</sup>	-	0.330	0.570
S x P x L	0.911 <sup>**</sup>	-	0.57 <sup>**</sup>	-	-	0.78 <sup>***</sup>	-	-	-	-	2.30 <sup>**</sup>	2.92 <sup>*</sup>
Error	0.68	1.82	0.25	2.32	0.17	0.26	0.00	1.32	5.28	0.45	0.49	1.14

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0.1), \* (P ≤ 0.05), \*\* (P ≤ 0.01), \*\*\* (P ≤ 0.001)

Tabla IV.14.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Subcutánea

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I.Blandura	V.Nutritivo	DFA	n6/n3
Machos (31)	4.26	65.69	31.00	3.31	34.32	0.05	0.47	0.52	0.69	0.11	48.32	1.36
Hembras (34)	4.37	65.05	31.59	3.36	34.95	0.05	0.49	0.54	0.72	0.11	48.62	1.54
10 Kg (31)	4.35	65.12	31.88	3.00	34.89	0.05	0.49	0.54	0.72	0.10	48.76	1.43
12 Kg (34)	4.28	65.62	30.71	3.67	34.38	0.06	0.47	0.53	0.69	0.12	48.18	1.47
Costillar (29)	4.79	65.92	31.25	2.84	34.09	0.04	0.48	0.52	0.69	0.09	48.10	1.45
Pierna (36)	3.85	64.82	31.34	3.84	35.18	0.06	0.49	0.54	0.71	0.13	48.84	1.45
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
Sexo (S)	0.075	6.40	0.042	0.000	0.044	0.000	0.002	0.001	0.004	0.000	1.38	0.91*
Peso (P)	0.012	3.83	0.162 <sup>+</sup>	1.08**	0.026	0.01*	0.003	0.001	0.003	0.029*	5.200	2.38**
Localizac.(L)	0.444*	18.37 <sup>+</sup>	0.002	1.89***	0.136 <sup>+</sup>	0.03***	0.001	0.004 <sup>+</sup>	0.003	0.067***	8.27	6.59***
S x P	1.020**	22.12 <sup>+</sup>	0.148 <sup>+</sup>	0.013	0.157 <sup>+</sup>	-	0.005 <sup>+</sup>	0.005 <sup>+</sup>	0.014**	-	3.47	0.13
S x L	0.006	28.30*	0.221*	0.000	0.208*	-	0.007*	0.007*	0.011*	-	8.70	0.58
P x L	0.021	11.04	0.146 <sup>+</sup>	0.368 <sup>+</sup>	0.081	-	0.004	0.002	0.003	-	24.49 <sup>+</sup>	0.44
S x P x L	1.35***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.84**
Error	0.97	6.41	5.95	0.89	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.42	0.11

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0.1), \* (P ≤ 0.05), \*\* (P ≤ 0.01), \*\*\* (P ≤ 0.001)

Según el tipo de saturación de la cadena carbonada (Tabla IV.14.), los ácidos grasos saturados (SFA) en la grasa subcutánea representaron un 65,37%, mientras que el total de ácidos grasos insaturados (TUFA) un 34,64%, considerados éstos últimos como la suma de los monoinsaturados (UFA) y de los polinsaturados (PUFA). Los UFA (C 16:1 + C 17:1 + C 18:1) representaron un 31,29% y los PUFA (C 18:2 + C 18:3) un 3,34% de media.

El sexo no presentó efectos significativos sobre las relaciones de ácidos grasos según el tipo de saturación de la cadena carbonada, obteniendo los machos y las hembras las mismas relaciones. En lo que respecta al peso de sacrificio, se observa que los corderos sacrificados a los 12 Kg de peso presentan una mayor cantidad de PUFA (3,67%) que los sacrificados a los 10 Kg (3,00%), lo que motiva que la relación PUFA/SFA sea mayor en los primeros ( $P \leq 0,05$ ). Los UFA, en cambio, fueron ligeramente superiores ( $P \leq 0,1$ ) en los corderos de menor peso de sacrificio.

El efecto de la localización del depósito subcutáneo (costillar y pierna) sobre las relaciones de los ácidos grasos según la saturación de su cadena, afectó principalmente a los PUFA ( $P \leq 0,001$ ), conteniendo mayor cantidad la pierna que el costillar (3,84% vs. 2,84%), y por lo tanto ésta última pieza obtuvo una menor cantidad de PUFA/SFA (0,04%). Los SFA y las relaciones de UFA/SFA y TUFA/SFA, no fueron significativamente afectados por ninguno de los factores estudiados, o si lo fueron presentaron interacciones cualitativas. Así como el índice de blandura (C 16:1 + C 18:1/ C16:0 + C 18:0) de la grasa subcutánea que presentó dos interacciones de tipo cualitativo, siendo de sexo por peso al sacrificio y de sexo por localización de la grasa subcutánea.

Considerando el valor nutritivo de la grasa como la relación entre los PUFA y el ácido palmítico (C 16:0), debido a que la composición de los PUFA es de ácidos grasos esenciales (C 18:2 + C 18:3), el peso al sacrificio y la localización de la grasa afectaron significativamente a dicho factor ( $P \leq 0,5$  y  $P \leq 0,001$ , respectivamente). Los corderos de mayor peso de sacrificio obtuvieron un mayor valor nutritivo (0,12) que los sacrificados a 10 Kg (0,10), siendo así mismo, la pierna mejor al costillar en valor nutritivo (Tabla IV.14).

Los ácidos grasos deseables (DFA) desde el punto de vista de la salud humana fueron los TUFA más el C 18:0, alcanzando un valor medio de 48,47% de los ácidos grasos totales, no presentando efectos destacables.

En cuanto a la relación de ácidos grasos esenciales según la familia a la que pertenecen, por localización de la insaturación en la cadena carbonada (n6/n3), no hubo efectos estadísticamente destacables (interacción triple).

#### *Grasa intermuscular*

Las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización de la grasa, sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular, se observan en la Tabla IV.15. Los ácidos grasos mayoritarios que se encontraron en la grasa intermuscular fueron los mismos y por igual orden que en la grasa subcutánea (C 16:0, C 18:1, C 18:0 y C 14:0), representando todos ellos un porcentaje muy similar a aquella (84,96%).

El sexo afectó significativamente ( $P \leq 0,01$  y  $P \leq 0,05$ ) a los ácidos grasos pentadecenoico (C 15:0) y oleico (C 18:1), contando las hembras con una mayor y menor cantidad que los machos, respectivamente. En ésta grasa, el peso al sacrificio no influyó sobre la composición de ácidos grasos totales. Con respecto a la localización, el costillar obtuvo menor cantidad de ácido láurico (C 12:0) que la pierna ( $P \leq 0,01$ ) y más heptadecenoico (C 17:1) que aquella ( $P \leq 0,001$ ). El resto de los ácidos grasos presentes en la grasa intermuscular no mostraron efectos sobre los factores estudiados o poseían interacciones dobles (cualitativas) o triples.

Los efectos del sexo, del peso al sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los distintos ácidos grasos encontrados en la grasa intermuscular se muestran en la Tabla IV.16.

Los ácidos grasos de cadena impar (C 15:0 + C 15:1 + C 17:0 + C 17:1, en este caso), presentaron un efecto del sexo ( $P \leq 0,05$ ), donde las hembras obtuvieron un mayor valor (4,63%) que los machos (4,22%). Sobre éstos ácidos grasos, el peso al sacrificio y la localización del depósito adiposo obtuvieron una interacción de tipo cualitativo ( $P \leq 0,001$ ).

Por saturación de la cadena carbonada se obtuvieron un 64,06% de SFA, un 32,16% de UFA y un 3,82% de PUFA como media de la grasa intermuscular, no existiendo datos reseñables en ellos ni en sus relaciones para ninguno de los efectos estudiados.

Tabla IV.15.  
Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
Machos (36)	3.03	10.66	1.83	0.11	30.09	2.90	2.24	0.04	15.79	29.75	2.68	0.44	0.47
Hembras (38)	3.28	10.73	2.13	0.00	29.97	3.11	2.47	0.03	15.17	28.35	2.90	1.60	0.29
10 Kg (36)	3.18	10.84	2.06	0.00	30.23	3.01	2.31	0.02	15.31	29.29	2.81	0.74	0.23
12 Kg (38)	3.13	10.55	1.91	0.11	29.83	2.99	2.40	0.04	15.65	28.81	2.78	1.30	0.53
Costillar (36)	2.87	10.63	1.93	0.11	30.30	2.85	2.16	0.07	16.32	29.06	2.68	0.54	0.53
Pierna (38)	3.44	10.77	2.04	0.00	29.76	3.16	2.55	0.00	14.63	29.04	2.91	1.50	0.23
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>													
Sexo (S)	0.083	0.001	0.177**	0.279**	0.003	0.080*	0.105*	0.026	0.111	0.337*	0.069*	6.339***	0.467
Peso (P)	0.002	0.034	0.041	0.279**	0.025	0.000	0.015	0.031	0.042	0.033	0.000	2.528***	0.953*
Localización (L)	0.489**	0.009	0.042	0.279**	0.045	0.176***	0.287***	0.319***	0.824***	0.000	0.090*	3.651***	1.029*
S x P	0.048	0.000	0.061	0.279**	0.039	0.373***	0.022	-	0.275***	-	0.050	0.827*	3.088***
S x L	0.000	0.260*	0.003	0.279**	0.105*	0.162**	0.036	-	0.047	-	0.004	14.376***	3.224***
P x L	0.320**	0.002	0.558***	0.279**	0.000	0.078*	0.198***	-	0.071	-	0.247***	0.620	4.361***
S x P x L	-	-	-	-	-	0.140**	0.065*	-	0.235*	-	0.064	2.941***	-
Error	0.55	2.25	0.19	0.02	2.59	0.14	0.15	0.01	2.18	8.74	0.20	0.51	0.51

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

Tabla IV.16.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/SFA	TUFA/ SFA	I.Blandura	V.Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Machos (36)</b>	4.22	64.08	32.82	3.13	35.91	0.05	0.51	0.56	0.72	0.10	51.66	1.70
<b>Hembras (38)</b>	4.63	64.04	31.49	4.50	35.96	0.07	0.50	0.57	0.70	0.15	51.14	1.25
<b>10 Kg (36)</b>	4.38	64.10	32.35	3.55	35.91	0.06	0.51	0.56	0.72	0.12	51.17	1.51
<b>12 Kg (38)</b>	4.46	64.03	31.95	4.08	35.97	0.06	0.50	0.56	0.70	0.14	51.63	1.45
<b>Costillar (36)</b>	4.26	64.72	32.10	3.22	35.28	0.05	0.50	0.55	0.69	0.11	51.57	1.68
<b>Pierna (38)</b>	4.58	63.41	32.20	4.41	36.59	0.07	0.51	0.58	0.73	0.15	51.23	1.28
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Sexo (S)</b>	0.161*	0.034	0.279	1.93***	0.000	0.031***	0.004	0.000	0.002	0.068***	4.956	0.78*
<b>Peso (P)</b>	0.009	0.094	0.020	0.297*	0.002	0.005*	0.000	0.000	0.001	0.012**	3.937	2.24***
<b>Localización (L)</b>	0.105	31.91	0.001	1.44***	0.229	0.026***	0.001	0.008	0.010	0.055***	2.210	0.12
<b>S x P</b>	0.042	-	-	0.23*	-	0.005*	-	-	-	0.009*	-	2.04***
<b>S x L</b>	0.088	-	-	2.38***	-	0.039***	-	-	-	0.094***	-	7.85***
<b>P x L</b>	0.479***	-	-	0.095	-	0.001	-	-	-	0.003	-	2.10***
<b>S x P x L</b>	-	-	-	0.765***	-	0.01***	-	-	-	0.028***	-	2.43***
<b>Error</b>	0.55	9.92	10.09	0.73	9.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.65	0.06

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )



El índice de blandura y los DFA representaron un 0,71 y un 51,4% respectivamente, no afectándoles los factores considerados. Para el valor nutritivo (PUFA/ C 16:0) y la relación de ácidos grasos esenciales (n6/n3) existió interacción triple de sexo por peso de sacrificio por localización de la grasa intermuscular ( $P \leq 0,001$ ).

### *Grasa intramuscular*

Los efectos del sexo, del peso al sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre la composición en ácidos grasos de la grasa Intramuscular, se relacionan en la Tabla IV.17., donde aparecen las medias y el análisis de varianza realizado.

La grasa Intramuscular se caracterizó por presentar un reparto diferente en la proporción de ácidos grasos que las grasas descritas anteriormente. Tres de dichos ácidos grasos contaron con un 69,39% de los ácidos grasos totales, siendo éstos el ácido oleico (C 18:1), el palmítico (C 16:0) y el esteárico (C 18:0) por orden cuantitativamente decreciente (27,85%, 26,62% y 14,92%, respectivamente. Un 18% sumaron los ácidos mirístico (C 14:0), linoleico (C18:2) y araquidónico (C 20:4), no alcanzando individualmente el 4% del total, los ocho restantes ácidos grasos encontrados (C 12:0, C 15:0, C 15:1, C 16:1, C 17:0, C 17:1, C 18:3 y C 20:0).

El sexo sobre la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular afectó ( $P \leq 0,001$ ) al ácido láurico (C 12:0), presentando un 2,79% las hembras y un 1,55% los machos. Sobre los ácidos grasos palmítico (C 16:0) y heptadecanoico (C 17:0), también influyó significativamente el sexo ( $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$ , respectivamente), al presentar ambos una interacción cuantitativa del sexo por la localización ( $P \leq 0,05$ ). Los machos obtuvieron un mayor contenido de ácido palmítico (27,49%) que las hembras (25,74%), y sobre el ácido heptadecanoico (C 17:0) fueron éstas últimas las que obtuvieron un mayor porcentaje (2,20% vs. 1,26 %).

Los factores del peso de sacrificio de los corderos (10 y 12 Kg) y de la localización del depósito adiposo (grasa intramuscular del músculo *Longissimus dorsi* del costillar y del músculo *Cuadriceps femoris* de la pierna), no presentaron efectos significativos para ninguno de los ácidos grasos de la grasa intramuscular.

Tabla IV.17.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Intramuscular

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:4
<b>Machos (31)</b>	1.55	6.71	0.61	3.40	27.49	2.26	1.26	0.31	15.12	27.80	6.46	0.79	0.98	5.28
<b>Hembras (32)</b>	2.79	6.33	0.64	3.39	25.74	2.57	2.20	0.22	14.72	27.89	5.76	0.88	1.41	5.46
<b>10 Kg (32)</b>	2.05	6.40	0.72	3.56	26.73	2.34	1.78	0.24	14.70	27.37	6.35	1.02	1.39	5.35
<b>12 Kg (31)</b>	2.30	6.64	0.54	3.22	26.49	2.49	1.69	0.29	15.14	28.31	5.87	0.66	1.00	5.39
<b>Costillar (32)</b>	1.95	6.47	0.67	3.68	27.24	2.43	1.71	0.28	15.07	27.40	5.98	0.82	1.25	5.04
<b>Pierna (31)</b>	2.40	6.57	0.59	3.10	25.99	2.40	1.76	0.25	14.76	28.28	6.24	0.85	1.14	5.70
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>														
<b>Sexo (S)</b>	5.54***	0.085	0.000	0.038	0.391*	0.502	3.61**	0.137	0.042	0.002	0.442	0.034	0.597	0.563
<b>Peso (P)</b>	0.281	0.032	0.166	0.212	0.003	0.012	0.051	0.017	0.050	0.127	0.273	0.536	0.257	0.107
<b>Localización (L)</b>	1.049	0.008	0.055	0.467	0.199	0.015	0.024	0.003	0.025	0.115	0.135	0.000	0.032	0.689
<b>S x P</b>	-	0.005	1.823*	0.941**	0.040	-	0.292	0.205	0.016	0.244*	-	1.838*	5.114**	-
<b>S x L</b>	-	0.040	0.202	0.335	0.309*	-	2.18*	0.065	0.000	0.043	-	2.428*	3.176*	-
<b>P x L</b>	-	0.265*	0.156	0.032	0.443*	-	2.22*	0.718*	0.132	0.067	-	1.016	1.252	-
<b>S x P x L</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	2.09	1.27	0.46	1.29	9.08	0.51	1.06	0.08	2.43	5.37	2.54	0.76	1.65	4.32

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* (P≤ 0,05), \*\* (P≤ 0,01), \*\*\* (P≤ 0,001)

**Tabla IV.18.**  
**Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Intramuscular**

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I.Blandura	V.Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Machos (31)</b>	5.58	53.71	33.76	12.53	46.29	0.24	0.63	0.87	0.71	0.27	61.39	3.84
<b>Hembras (32)</b>	6.45	53.83	34.07	12.10	46.17	0.23	0.64	0.86	0.76	0.26	60.88	3.49
<b>10 Kg (32)</b>	6.29	53.76	33.51	12.73	46.24	0.24	0.63	0.87	0.73	0.28	60.94	3.40
<b>12 Kg (31)</b>	5.75	53.78	34.32	12.90	46.22	0.22	0.64	0.86	0.74	0.25	61.33	3.93
<b>Costillar (32)</b>	6.35	54.36	33.80	11.84	45.64	0.22	0.63	0.85	0.71	0.25	60.72	3.74
<b>Pierna (31)</b>	5.69	53.18	34.03	12.79	46.82	0.24	0.64	0.88	0.76	0.27	61.56	3.59
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Sexo (S)</b>	0.781*	0.250	0.012	0.049	0.245	0.001	7.049***	0.000	0.010	0.003	4.044	0.023
<b>Peso (P)</b>	0.398	0.007	0.081	0.197	0.009	0.004	0.254**	0.000	0.002	0.027*	2.410	0.019
<b>Localización (L)</b>	0.456	21.76	0.009	0.307*	21.78	0.009*	0.232**	0.007	0.011	0.013	11.20	0.032
<b>S x P</b>	0.198	-	-	-	-	-	0.250**	-	-	-	0.018	4.918*
<b>S x L</b>	0.020	-	-	-	-	-	0.274**	-	-	-	0.265	1.591
<b>P x L</b>	0.866*	-	-	-	-	-	0.290***	-	-	-	42.25*	2.391
<b>S x P x L</b>	-	-	-	-	-	-	0.217**	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	2.21	7.85	6.85	3.93	7.84	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	10.38	1.01

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* (P≤0,05), \*\* (P≤0,01), \*\*\* (P≤0,001)

Las medias y análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la Grasa Intramuscular aparecen reflejados en la Tabla IV.18.

Los ácidos grasos de cadena impar presentaron un leve efecto del sexo ( $P \leq 0,05$ ), contando las hembras una mayor cantidad (6,45%) de ácidos impares que los machos (5,58%). El resto de los factores estudiados (peso de sacrificio y localización) presentaron una interacción cualitativa sobre dichos ácidos grasos ( $P \leq 0,05$ ).

Los SFA representaron un 53,71% y los TUFA alcanzaron un 46,23%, siendo dentro de éstos últimos un 12,32% los ácidos grasos polinsaturados (C 18:2 + C 18:3 + C 20:4; en esta grasa). Las relaciones según la saturación de la cadena carbonada en la grasa intramuscular fueron bastante superiores a las de las grasas subcutánea e intermuscular descritas anteriormente, llegando a un 0,87% de media los TUFA/SFA, a un 0,64% los UFA/SFA y a un 0,23% los PUFA/SFA.

Los factores del sexo y del peso de sacrificio de los corderos no presentaron diferencias sobre las relaciones de los ácidos grasos según la saturación de la cadena carbonada. Mientras que por localización del depósito adiposo, se observa una mayor cantidad de PUFA, y por lo tanto de PUFA/SFA ( $P \leq 0,05$ ), en la grasa intramuscular del músculo *Cuadriceps femoris* de la pierna (12,79% y 0,24, respectivamente) que en la grasa del músculo *Longissimus dorsi* del costillar (11,84% y 0,22, respectivamente).

El índice de blandura de la grasa (C 16:1 + C 18:1 / C16:0 + C 18:0) obtuvo un 0,74 de media, no existiendo efectos significativos de ninguno de los factores estudiados. La grasa intramuscular obtuvo un 0,26 de valor nutritivo medio (C 18:2 + C 18:3 / C16:0), presentando únicamente el peso de sacrificio efectos significativos ( $P \leq 0,05$ ), donde los corderos sacrificados a los 10 Kg de peso alcanzaron un 0,28 y los de 12 Kg un 0,25 en dicho índice.

Los DFA (TUFA + C 18:0) y las relaciones de ácidos grasos esenciales (n6/n3) no presentaron diferencias significativas para ninguno de los factores estudiados, obteniendo de media la grasa intramuscular un 61,14% de DFA y un 3,67 de relación n6/n3 (calculada en ésta grasa como C18:2 + C 20:4 / C18:3).

*Grasa pelviorrenal*

En la grasa pelviorrenal se estudiaron los efectos del sexo y del peso al sacrificio de los corderos, sobre la composición en ácidos grasos totales, presentándose las medias y el análisis de varianza (cuadrados medios) en la Tabla IV.19.

Los ácidos grasos mayoritariamente obtenidos en la grasa pelviorrenal fueron el ácido oleico (28,68%), el palmítico (27,61%), el esteárico (18,93%) y el mirístico (9,92%).

El sexo de los corderos presentó únicamente diferencias significativamente observables sobre el ácido pentadecenoico (C 15:1), conteniendo una mayor proporción las hembras que los machos ( $P \leq 0,001$ ). Para el factor del peso de sacrificio no existieron diferencias reseñables en ninguno de los ácidos grasos encontrados, excepto una ligera mayor proporción de ácido pentadecanoico (C 15:0) ( $P \leq 0,1$ ), en los corderos de mayor peso de sacrificio.

Las medias y el análisis de varianza (cuadrados medios) realizados para estudiar el efecto del sexo y del peso de sacrificio de los corderos, sobre las relaciones de los ácidos grasos de la grasa pelviorrenal aparecen descritas en la Tabla IV.20.

Sobre los ácidos grasos de cadena impar se encontró una interacción cualitativa ( $P \leq 0,1$ ) de los factores estudiados, presentando dichos ácidos grasos una media de 4,66%.

La distribución de los ácidos grasos por el tipo de saturación de la cadena carbonada fue de un 64,40% los SFA, un 32,08% los UFA y un 3,52% los PUFA. Ni el sexo ni el peso de sacrificio de los corderos afectaron a éstos ácidos grasos, así como tampoco a sus relaciones, obteniendo esta grasa unos cocientes de insaturación muy similares a los encontrados para la grasa intermuscular (Tabla IV.16) y que fueron de media un 0,06 para PUFA/SFA, 0,50 para UFA/SFA y 0,56 para los TUFA/SFA.

El índice de blandura y el del valor nutritivo (Tabla IV.20) obtuvieron para la grasa pelviorrenal, una media de 0,67 y de 0,13 respectivamente, no presentando los factores estudiados efectos destacables, excepto una interacción en el valor nutritivo de la grasa ( $P \leq 0,05$ ).

Los DFA alcanzaron un 54,53% de media, contando los TUFA con un 35,6%, y las relaciones de ácidos grasos esenciales ( $n6/n3$ ) fueron de 1,74, no produciéndose en ambos casos ningún efecto significativo de los factores considerados.

Tabla IV.19.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Pelvicorrenal

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
<b>Machos (16)</b>	2.05	9.59	2.10	0.33	27.23	2.36	1.83	0.35	19.42	29.04	2.28	1.37	2.07
<b>Hembras (16)</b>	2.23	10.24	1.73	0.84	27.99	2.57	1.78	0.38	18.43	28.31	2.13	1.26	2.12
<b>10 Kg (16)</b>	2.10	9.95	1.72	0.54	27.59	2.48	1.79	0.34	18.79	29.26	2.19	1.31	1.95
<b>12 Kg (16)</b>	2.18	9.89	2.10	0.63	27.63	2.44	1.82	0.38	19.05	28.08	2.22	1.33	2.24
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>													
<b>Sexo (S)</b>	0.030	0.079	0.104	2.311***	0.043	0.060	0.003	0.017	0.100 <sup>+</sup>	0.042	0.018	0.011	0.045
<b>Peso (P)</b>	0.007	0.001	0.143 <sup>+</sup>	0.050	0.000	0.001	0.001	0.025	0.007	0.095	0.001	0.001	0.173
<b>S x P</b>	-	-	-	-	0.091 <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	-	0.157*	0.534*
<b>Error</b>	0.20	2.16	0.38	0.10	2.89	0.25	0.06	0.02	2.09	5.52	0.10	0.13	0.34

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤ 0,1), \* (P≤ 0,05), \*\*\* (P≤ 0,001)

Tabla IV.20.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la Grasa Pelvicorrenal

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I.Blandura	V.Nutritivo	DFA	n6/n3
Machos (16)	4.60	64.28	32.07	3.65	35.72	0.06	0.50	0.56	0.67	0.14	55.14	1.75
Hembras (16)	4.72	64.52	32.09	3.39	35.48	0.05	0.50	0.55	0.67	0.12	53.91	1.73
10 Kg (16)	4.38	63.88	32.62	3.49	36.12	0.05	0.51	0.57	0.69	0.13	54.91	1.75
12 Kg (16)	4.93	64.91	31.54	3.55	35.09	0.05	0.49	0.54	0.66	0.13	54.14	1.73
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
Sexo (S)	0.013	0.483	0.000	0.030	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	12.14	0.000
Peso (P)	0.123 <sup>+</sup>	8.477	0.071	0.002	0.057	0.000	0.003	0.002	0.003	0.000	4.705	0.000
S x P	0.126 <sup>+</sup>	-	-	0.132*	-	0.002*	-	-	-	0.008*	-	0.108**
Error	0.70	6.90	6.98	0.44	6.90	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	9.06	0.06

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤0,1), \* (P≤0,05), \*\* (P≤0,01)

### 5.3.- Fraccionamiento lipídico

El fraccionamiento lipídico mediante cromatografía en capa fina se realizó en las grasas subcutánea, intermuscular e intramuscular (ésta última procedente de los músculos *Longissimus dorsi* en el costillar y del *Cuadriceps femoris* en la pierna), estudiándose los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos, así como la localización del depósito adiposo dentro de la canal.

En el fraccionamiento de la grasa se obtuvieron siete fracciones diferenciadas, siendo de mayor a menor polaridad: los fosfolípidos (PL), los monoglicéridos (MG), los diglicéridos (DG), el colesterol (COL), los ácidos grasos libres (AGL), los triglicéridos (TG) y los ésteres de colesterol e hidrocarburos (EHC).

#### *Grasa subcutánea*

Las medias y el análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos estudiados sobre el fraccionamiento lipídico de la grasa subcutánea se pueden observar en la Tabla IV.21.

La grasa subcutánea obtuvo un 91,57% de media de TG, obteniendo los PL un 1,90%, el COL un 2,43% y los AGL un 2,71%, el resto de los componentes lipídicos presentó cantidades prácticamente inapreciables.

De los factores estudiados, el sexo no afectó significativamente a ninguno de las fracciones lipídicas, presentando los machos algo más de colesterol que las hembras (2,57% vs. 2,28%).

Según el peso de sacrificio de los corderos, las únicas diferencias encontradas fueron para los ésteres de colesterol e hidrocarburos (EHC), presentando algo más los corderos de 10 Kg de peso al sacrificio que los de 12 Kg, ya que la interacción P x L fue cuantitativa ( $P \leq 0,05$ ).

Por localización, el costillar obtuvo una menor cantidad de AGL (2,48%) que la pierna (2,95%) y algo más de EHC que aquella ( $P \leq 0,05$  en ambos casos).

Los PL presentaron una interacción triple de los factores estudiados ( $P \leq 0,05$ ), así como los TG ( $P \leq 0,1$ ). Para los DG, la interacción que se obtuvo fue del peso de sacrificio por la localización del depósito adiposo (P x L) ( $P \leq 0,05$ ).



**Tabla IV.21.**  
**Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre el fraccionamiento lipídico de la grasa Subcutánea (%)**

Efectos (n)	PL <sup>a</sup>	MG <sup>a</sup>	DG <sup>a</sup>	COL <sup>a</sup>	AGL <sup>a</sup>	TG <sup>a</sup>	ECHC <sup>a</sup>
<b>Machos (33)</b>	1.98	<0.02	0.96	2.57	2.86	91.16	0.08
<b>Hembras (33)</b>	1.82	<0.02	0.88	2.28	2.58	91.97	0.11
<b>10 Kg (33)</b>	2.17	<0.02	0.93	2.48	2.84	90.98	0.19
<b>12 Kg (33)</b>	1.64	<0.02	0.91	2.37	2.60	92.16	0.00
<b>Costillar (32)</b>	2.16	<0.02	0.84	2.42	2.48	91.57	0.19
<b>Pierna (34)</b>	1.64	<0.02	1.00	2.43	2.95	91.57	0.00
<b>Cuadrados medios <sup>b</sup>:</b>							
<b>Sexo (S)</b>	0.037	-	0.028	0.119	0.145	0.030	0.000
<b>Peso (P)</b>	0.543**	-	0.060	0.012	0.047	0.063 <sup>+</sup>	0.433*
<b>Localización (L)</b>	0.464**	-	0.144	0.001	0.471*	0.000	0.439*
<b>S x P</b>	0.015	-	0.002	-	-	0.001	0.000
<b>S x L</b>	0.105	-	0.046	-	-	0.036	0.000
<b>P x L</b>	0.200*	-	0.585*	-	-	0.127**	0.433*
<b>S x P x L</b>	0.271*	-	-	-	-	0.063 <sup>+</sup>	-
<b>Error</b>	0.41	-	0.20	0.90	1.24	6.02	0.14

<sup>a</sup> PL (Fosfolípidos), MG (monoglicéridos), DG (diglicéridos), COL (colesterol), AGL (ácidos grasos libres), TG (triglicéridos), ECHC (ésteres de colesterol e hidrocarburos).

<sup>b</sup> Nivel de significación: <sup>+</sup> (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01)

### *Grasa intermuscular*

Los valores medios y el análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposos sobre el fraccionamiento lipídico de la grasa intermuscular, se pueden observar en la Tabla IV.22.

Sobre los PL y el COL existió un efecto claro de la localización del depósito adiposo intermuscular ( $P \leq 0,001$ ), alcanzando la pierna una mayor proporción de PL y de COL (3,53% y 5,57%, respectivamente) que el costillar (2,25% y 2,22%, respectivamente). Los factores del sexo y del peso de sacrificio de los corderos no presentaron efectos sobre los PL, existiendo para el COL una interacción cualitativa (S x L) ( $P \leq 0,01$ ) y otra cuantitativa (P x L) ( $P \leq 0,05$ ) para la localización, obteniendo la pierna una mayor proporción de colesterol en ambos pesos de sacrificio.

Los AGL, aunque presentaron una ligera interacción (S x L), ésta fue de tipo cuantitativo ( $P \leq 0,1$ ), observándose que los machos presentaron una mayor proporción de AGL que las hembras para ambas localizaciones ( $P \leq 0,05$ ) y que la pierna presentó una mayor proporción de AGL que el costillar para ambos sexos ( $P \leq 0,001$ ).

Los TG, DG y ECHC obtuvieron interacciones triples de los factores estudiados, alcanzando un 88,22% de media los TG en ésta grasa.

**Tabla IV.22.**  
**Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre el fraccionamiento lipídico de la grasa Intermuscular (%)**

Efectos (n)	PL <sup>a</sup>	MG <sup>a</sup>	DG <sup>a</sup>	COL <sup>a</sup>	AGL <sup>a</sup>	TG <sup>a</sup>	ECHC <sup>a</sup>
Machos (33)	3.03	<0.02	0.97	4.45	4.19	87.02	0.04
Hembras (30)	2.75	<0.02	1.09	3.34	3.01	89.41	0.00
10 Kg (30)	2.71	<0.02	1.01	4.20	3.53	88.10	0.04
12 Kg (33)	3.07	<0.02	1.06	3.58	3.67	88.32	0.00
Costillar (33)	2.25	<0.02	0.77	2.22	2.92	91.43	0.04
Pierna (30)	3.53	<0.02	1.29	5.57	4.28	84.99	0.00
<b>Cuadrados medios<sup>b</sup>:</b>							
Sexo (S)	0.094	-	0.247	0.731*	1.280*	0.262**	0.052 <sup>+</sup>
Peso (P)	0.166	-	0.000	0.342	0.018	0.002	0.052 <sup>+</sup>
Localización (L)	2.218***	-	0.838*	11.09***	1.719**	1.850***	0.052 <sup>+</sup>
S x P	-	-	0.110	0.105	0.138	0.086 <sup>+</sup>	0.052 <sup>+</sup>
S x L	-	-	0.200	1.469**	0.750 <sup>+</sup>	0.302***	0.052 <sup>+</sup>
P x L	-	-	0.281*	0.715*	0.044	0.069 <sup>+</sup>	0.052 <sup>+</sup>
S x P x L	-	-	0.557 <sup>+</sup>	-	-	0.123*	0.052 <sup>+</sup>
Error	0.76	-	0.33	2.00	2.60	8.56	0.01

<sup>a</sup> PL (Fosfolípidos), MG (monoglicéridos), DG (diglicéridos), COL (colesterol), AGL (ácidos grasos libres), TG (triglicéridos), ECHC (ésteres de colesterol e hidrocarburos).

<sup>b</sup> Nivel de significación: + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

### Grasa intramuscular

Los efectos del sexo, del peso al sacrificio y de la localización del depósito adiposo de la grasa intramuscular (músculo *Longissimus dorsi* en el costillar y músculo *Cuadriceps femoris* en la pierna), aparecen descritos en la Tabla IV.23., donde se observan las medias y el análisis de varianza realizado.

Tabla IV.23.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sexo, del peso de sacrificio y de la localización del depósito adiposo sobre el fraccionamiento lipídico de la grasa Intramuscular (%)

Efectos (n)	PL <sup>a</sup>	MG <sup>a</sup>	DG <sup>a</sup>	COL <sup>a</sup>	AGL <sup>a</sup>	TG <sup>a</sup>	ECHC <sup>a</sup>
Machos (30)	16.37	2.21	13.41	14.47	2.26	49.40	1.35
Hembras (29)	18.83	2.02	14.43	12.55	2.29	48.19	1.16
10 Kg (29)	16.84	2.37	13.90	14.99	2.36	47.54	1.42
12 Kg (30)	18.36	1.86	13.94	12.04	2.19	50.05	1.09
Costillar (31)	16.10	1.64	14.00	12.11	2.66	50.65	2.29
Pierna (28)	19.10	2.59	13.84	14.92	1.89	46.94	0.22
Cuadrados medios <sup>b</sup> :							
Sexo (S)	1.230**	0.049	0.275	1.185	0.010	0.137	0.002
Peso (P)	0.381	0.311 <sup>+</sup>	0.000	2.265*	0.038	0.520	0.630*
Localización (L)	1.803**	1.678***	0.019	2.532*	0.974***	0.992 <sup>+</sup>	1.15***
S x P	0.667 <sup>+</sup>	-	0.466	-	-	0.139	3.136***
S x L	0.352	-	1.352**	-	-	0.812	1.764***
P x L	0.135	-	0.041	-	-	0.002	0.000
S x P x L	0.773*	-	1.263**	-	-	1.366*	-
Error	12.41	0.78	9.57	27.86	0.32	60.51	0.79

<sup>a</sup> PL (Fosfolípidos), MG (monoglicéridos), DG (diglicéridos), COL (colesterol), AGL (ácidos grasos libres), TG (triglicéridos), ECHC (ésteres de colesterol e hidrocarburos).

<sup>b</sup> Nivel de significación: + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

El sexo no presentó diferencias significativamente observables para ninguna de las fracciones lipídicas encontradas en la grasa intramuscular. Para el peso de sacrificio de los corderos, en las únicas fracciones en donde se observaron efectos significativos fue en el COL ( $P \leq 0,05$ ) y en los MG ( $P \leq 0,1$ ), siendo ambas mayores para los de 10 Kg (14,99 % y 2,37%, respectivamente) que para los de 12 Kg (12,04% y 1,86%, respectivamente).

La localización, en cambio, demostró efectos claros en los MG, AGL y ECHC ( $P \leq 0,001$ ) y algo menos en el COL ( $P \leq 0,05$ ), siendo para los ECHC las interacciones encontradas (SxP y SxL) de tipo cuantitativo. La pierna presentó en la grasa intramuscular del músculo *Cuadriceps femoris* una mayor cantidad de MG y de COL, y menor de AGL y ECHC que el costillar en el músculo *Longissimus dorsi*.

Las fracciones de PL, DG y TG, presentaron interacciones triples de los factores estudiados. Para la grasa intramuscular los PL supusieron un 17,6% y los TG un 48,80% de media, siendo proporciones bien diferentes a las encontradas para las grasas subcutánea e intermuscular.

---

**EXPERIENCIA 2ª: SISTEMA DE CRIANZA POR ALIMENTO CONCENTRADO**

---

**1.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES**

Los valores medios por sistema de crianza (campo y aprisco) y por alimentación (con pienso o sin pienso) de los parámetros del crecimiento de los animales, así como sobre los pesos obtenidos en vivo y en la canal se muestran en la Tabla IV.24.

Los corderos del sistema de crianza en el campo tuvieron un peso al nacimiento de 3,85 Kg, alcanzando el peso vivo presacrificio asignado (14 Kg) a los 35,8 días de vida, manteniendo una ganancia media diaria de 0,287 Kg. Y los asignados al sistema de crianza en el aprisco, nacieron con un peso medio de 3,81 Kg y creciendo a razón de 0,277 Kg/día, fueron al sacrificio con una edad media de 36,9 días. No hubo diferencias significativas en el crecimiento de los corderos debido al sistema de crianza.

Los corderos criados en el campo tuvieron un peso vivo vacío de 12,61 Kg y los criados en aprisco de 12,42 Kg; así como un peso de la canal, caliente de 7,475 Kg y 7,424 Kg, respectivamente; y fría de 7,239 Kg y 7,198 Kg, respectivamente.

Respecto al sistema de alimentación, los corderos que recibieron un pienso de iniciación comercial obtuvieron un peso al nacimiento de 3,86 Kg, ganando 0,280 Kg/día y alcanzando el peso de sacrificio fijado a los 36,2 días. Los corderos alimentados exclusivamente mediante lactancia natural, nacieron con un peso medio de 3,79 Kg, alcanzando los 14 Kg de peso al sacrificio a los 36,5 días de vida, teniendo un crecimiento medio de 0,284 Kg/día. La alimentación no influyó significativamente en el crecimiento de los corderos.

Al sacrificio, los corderos que no recibieron pienso de iniciación tuvieron 13,28 Kg de peso medio, siendo su peso vivo vacío de 12,54 Kg; y los corderos que si lo recibieron tuvieron 12,49 Kg de peso vivo vacío partiendo de 13,20 Kg de peso al sacrificio. Los pesos de la canal fueron algo superiores en los corderos que no recibieron pienso de iniciación, siendo de 7,507 Kg la caliente y 7,274 Kg la fría, por 7,393 Kg y 7,163 Kg respectivamente, en los corderos alimentados con el pienso comercial de iniciación suplementario a la leche de sus madres.

**Tabla IV.24.**  
Valores medios del efecto del sistema de crianza y de la alimentación sobre los parámetros del crecimiento y de los pesos vivos y de la canal de los corderos

Efectos (n)	Peso al Nacimiento (Kg)	Ganancia Media Diaria (Kg)	Edad al sacrificio (días)	Peso Vivo Presacrificio (Kg)	Peso Vivo al Sacrificio (Kg)	Peso Vivo Vacío (Kg)	Peso Canal Caliente (Kg)	Peso Canal Fría (Kg)
<b><u>CRianza</u></b>								
<b>Campo (24)</b>	3.85	0.287	35.8	14.03	13.26	12.61	7.475	7.239
<b>Aprisco (25)</b>	3.81	0.277	36.9	13.97	13.23	12.42	7.424	7.198
<b><u>Alimento</u></b>								
<b>Pienso (24)</b>	3.86	0.280	36.2	13.94	13.20	12.49	7.393	7.163
<b>No Pienso (25)</b>	3.79	0.284	36.5	14.06	13.28	12.54	7.507	7.274

Los valores medios y el análisis de varianza (cuadrados medios de los efectos, de la interacción y del error experimental) del efecto del sistema de crianza y del pienso de iniciación que recibían los corderos como suplemento a la alimentación láctea, sobre los diferentes componentes del tracto digestivo expresados con respecto al peso vivo vacío del animal y sobre el % del quinto cuarto, se pueden apreciar en la Tabla IV.25.

Se observa que el digestivo completo en relación al peso vivo vacío presenta diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en relación al sistema de crianza, con una mayor proporción en los corderos criados en aprisco (15,56%) que en los criados en el campo (13,40%). No existieron diferencias significativas en la proporción de estómago e intestinos, aunque los corderos criados en aprisco presentan una mayor proporción de intestino y menor de estómago que los criados en el campo. La mayor proporción de contenido digestivo de los corderos del aprisco (6,53%) frente a los del campo (5,13%), da lugar a un mayor peso vivo vacío obtenido en éstos últimos corderos.

Con respecto a las grasas del digestivo, se muestra una mayor proporción ( $P \leq 0,001$ ) en los corderos de aprisco (2,81%) que en los del campo (2,26%), siendo sobre todo debidas al aumento de grasa omental ( $P \leq 0,001$ ), así como también a la mesentérica, aunque en menor proporción ( $P \leq 0,05$ ). La grasa omental representó un 1,45% y la mesentérica un 1,36% del peso vivo vacío en los corderos criados en el aprisco. La proporción de componentes del quinto cuarto respecto al peso vivo vacío no presentó diferencias atribuibles al sistema de crianza de los corderos, siendo un 40,49% de media.

De la alimentación recibida por los corderos, el aporte de pienso no modificó significativamente la proporción de digestivo completo, así como tampoco la de estómago, observándose un mayor desarrollo de los intestinos ( $P \leq 0,01$ ) atribuible al consumo de pienso (4,43% frente a 3,85% en los que no lo consumieron).

Ni el contenido digestivo ni las grasas asociadas al digestivo (omental y mesentérica) presentaron diferencias debidas al pienso, así como tampoco el % de quinto cuarto, representando éste último componente un 40,83% en los corderos que recibieron pienso y un 40,15% los de alimentación exclusivamente láctea.

**Tabla IV.25.**  
**Valores medios y análisis de varianza (cuadrados medios) del efecto del sistema de crianza y de la alimentación sobre los diferentes componentes del tracto digestivo con respecto al peso vivo vacío**

Efectos (n)	% Digestivo Completo	% Estómago	% Intestinos	% Contenido Digestivo	% Grasa Omental	% Grasa Mesentérica	% Grasas del Digestivo <sup>a</sup>	% Quinto Cuarto <sup>b</sup>
Campo (24)	13.40	1.75	4.00	5.13	1.08	1.18	2.26	40.75
Aprisco (25)	15.56	1.69	4.28	6.53	1.45	1.36	2.81	40.23
Pienso (24)	14.72	1.76	4.43	5.74	1.25	1.28	2.53	40.83
No Pienso (25)	14.23	1.67	3.85	5.93	1.28	1.25	2.53	40.15
<b>Cuadrados medios <sup>c</sup>:</b>								
Crianza (C)	0.873*	0.009	0.054	0.849*	0.328***	0.077*	0.365***	0.022
Alimento (A)	0.053	0.017	0.224**	0.010	0.002	0.003	0.000	0.037
C x A	-	-	-	-	-	-	-	-
Error	8.34	0.09	0.42	5.19	0.10	0.06	0.18	2.62

<sup>a</sup> Grasas del Digestivo = Grasa Omental + Grasa Mesentérica

<sup>b</sup> Quinto Cuarto = Peso vivo sacrificio – Peso canal caliente – Contenido Digestivo

<sup>c</sup> Nivel de significación: \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)



## **2.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA**

Los valores medios y el análisis de varianza (cuadrados medios de los efectos, de la interacción y del error experimental) del efecto del sistema de crianza de los corderos y de la alimentación recibida sobre los parámetros que determinan el estado de engrasamiento de la canal vienen representados en la Tabla IV.26.

### **2.1.- Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento**

Como medidas subjetivas (mediante puntuación) se determinaron el engrasamiento general de la canal (subcutáneo) y el engrasamiento interno (pelvicorrenal). El sistema de crianza afectó significativamente ( $P \leq 0,001$ ) al engrasamiento general, obteniendo sobre la grasa pelvicorrenal una menor diferencia ( $P \leq 0,1$ ). Así, los corderos que fueron criados en el aprisco, presentaron en ambos casos valores superiores a la puntuación 2, mientras que los criados en el campo presentaron un 1,59 en la canal y un 1,83 en la pelvicorrenal.

El aporte de pienso produjo un mayor engrasamiento externo de la canal, aunque no de forma significativa, así como una menor puntuación ( $P \leq 0,1$ ) de la grasa pelvicorrenal.

### **2.2.- Evaluación objetiva del estado de engrasamiento**

Cuando la grasa pelvicorrenal se determinó cuantitativamente mediante pesada de la contenida en la media canal derecha, se observó que los corderos que fueron criados en el aprisco presentaron una mayor cantidad (95,26 g) que los criados en el campo (78,83 g) ( $P \leq 0,05$ ). Esto se traduce en una mayor proporción de ésta grasa respecto al peso de la media canal derecha en los corderos criados en el aprisco ( $P \leq 0,05$ ). El aporte de pienso provocó una menor cantidad de grasa pelvicorrenal (aunque no significativa), que en los de alimentación exclusivamente láctea.

Para contemplar los efectos de los factores estudiados en la grasa subcutánea se determinó el espesor dorsal medio de la misma, observándose que los criados en el aprisco tuvieron 2,66 mm frente a 2,05 mm de los criados en el campo ( $P \leq 0,01$ ). El aporte de pienso no modificó el espesor dorsal medio de los corderos.

Tabla IV.26.

Valores medios y análisis de varianza del efecto del sistema de crianza y del alimento sobre los parámetros del engrasamiento de la canal y del color de la grasa

Efectos (n)	Puntuación Engrasamiento Canal	Puntuación Grasa Pelvicorrenal	Grasa Pelvicorrenal derecha (g)	% Grasa Pelvicorrenal derecha/PMCD <sup>c</sup>	Espesor dorsal medio (mm)	Color de la grasa <sup>d</sup>			
						L*	a*	b*	IS
Campo (24)	1.59	1.83	78.83	2.23	2.05	70.28	9.01	9.89	13.70
Aprisco (25)	2.18	2.04	95.26	2.72	2.66	71.00	8.01	7.40	11.34
Pienso (24)	1.94	1.83	81.67	2.33	2.32	70.70	8.35	9.11	12.72
No Pienso (25)	1.83	2.04	92.43	2.61	2.38	70.57	8.67	8.18	12.31
<b>Cuadrados medios <sup>e</sup>:</b>									
Crianza (C)	4.27***	0.503 <sup>+</sup>	3304.68*	0.341*	4.59*	6.42	12.19	75.91*	1.303*
Alimento (A)	0.141	0.503 <sup>+</sup>	1418.36	0.109	0.046	0.206	1.219	10.40	0.050
C x A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Error	0.17	0.17	744.55	0.50	0.73	6.95	7.91	11.16	9.63

<sup>c</sup> PMCD = Peso de la media canal derecha

<sup>d</sup> L\*: Luminosidad, a\*: índice de rojo, b\*: índice de amarillo, IS: índice de saturación =  $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$

<sup>e</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\*\* (P ≤ 0,001)

### 2.3.- Color de la grasa

En la misma Tabla IV.26., aparecen los valores medios y el análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza de los corderos y del aporte de pienso o no sobre los parámetros relacionados con el color de la grasa (luminosidad, índice de rojo, de amarillo y de saturación).

Las principales diferencias en el color de la grasa debidas al sistema de crianza de los corderos, fueron para el índice de amarillo ( $b^*$ ) y en el de saturación (IS) ( $P \leq 0,05$ ), donde los corderos criados en el campo presentaron mayores valores (9,89 y 13,70, respectivamente) que los de aprisco (7,40 y 11,34, respectivamente). La luminosidad ( $L^*$ ) y el índice de rojo ( $a^*$ ) no fueron estadísticamente diferentes en ambos sistemas de crianza.

El efecto del aporte de pienso, adicional a la lactancia natural, no modificó ninguno de los parámetros relacionados con el color de la grasa, aunque la  $L^*$ , el  $b^*$  y el IS fueron menores cuando no se suministró dicho pienso de iniciación.

## 3.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR

### 3.1.- Despiece

Las medias y el análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza de los corderos y de la alimentación de los mismos (aporte de pienso comercial o no) sobre la proporción de piezas de la media canal izquierda corregida, aparecen en la Tabla IV.27.

La pierna fue la pieza con mayor representación de la media canal izquierda corregida (33,28% de media), y aunque no existió ningún efecto de los factores estudiados, los corderos que fueron criados en el campo y los que recibieron pienso obtuvieron una mayor proporción. El costillar y la espalda, las siguientes piezas en importancia, contaron con un 21,20% y un 19,75% respectivamente, no presentando diferencias significativas ni por el sistema de crianza ni por el aporte de pienso.

La pieza bajos (vulgarmente conocida como falda) fue la única pieza que presentó diferencias atribuibles al sistema de crianza de los corderos ( $P \leq 0,01$ ), con una mayor proporción (11,46%) en los criados en aprisco frente a los de campo (10,51%).

Tabla IV.27.

Medias y análisis de varianza del efecto del sistema de crianza y del alimento sobre el % de piezas de la media canal izquierda corregida

Efectos (n)	Pierna	Costillar	Badal	Espalda	Bajos	Cuello	1ª Categoría <sup>a</sup>	2ª Categoría <sup>b</sup>	3ª Categoría <sup>c</sup>
<b>Campo (24)</b>	33.50	21.18	7.54	19.74	10.51	7.05	62.23	19.74	17.56
<b>Aprisco (25)</b>	33.06	21.21	7.25	19.75	11.46	6.99	61.52	19.75	18.45
<b>Pienso (24)</b>	33.41	21.07	7.48	19.83	10.90	7.10	61.96	19.83	18.00
<b>No Pienso (25)</b>	33.15	21.32	7.32	19.66	11.07	6.94	61.78	19.66	18.01
<b>Cuadrados medios <sup>d</sup>:</b>									
<b>Crianza (C)</b>	0.018	0.001	0.037	0.000	0.260**	0.001	6.10*	0.000	0.133**
<b>Alimento (A)</b>	0.007	0.007	0.009	0.004	0.10	0.010	0.398	0.004	0.000
<b>C x A</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	0.98	1.96	0.71	0.71	1.04	0.78	2.00	0.71	0.81

<sup>a</sup> 1ª Categoría: Pierna + Costillar + Badal<sup>b</sup> 2ª Categoría: Espalda<sup>c</sup> 3ª Categoría: Bajos + Cuello<sup>d</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \*\* (P ≤ 0,01)

Cuando se consideran las categorías comerciales de las piezas, se observa que el sistema de crianza en el campo produjo un aumento, aunque ligero ( $P \leq 0,1$ ) de las de 1ª Categoría, representando un 62,23% de las piezas y una disminución ( $P \leq 0,001$ ) de las de 3ª Categoría (17,56%), no modificándose las de 2ª Categoría. El aporte de pienso no presentó diferencias significativas en ninguna pieza de la media canal izquierda, así como tampoco en la proporción de piezas por categorías comerciales.

### 3.2.- Composición Tisular de la Pierna

Las medias y el análisis de varianza, de los efectos del sistema de crianza y del aporte de pienso sobre la composición tisular de la Pierna (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos aparecen representados en la Tabla IV.28.

El sistema de crianza de los corderos presentó efectos significativos sobre el % de músculo y sobre el % de grasa total ( $P \leq 0,001$ ), no modificándose por tal efecto la proporción de hueso de la pierna. Los corderos criados en el campo tuvieron un 62,98% de músculo en la pierna, frente a un 60,25% que presentaron los de aprisco, mientras que en éstos últimos el % de grasa total fue mayor (12,91%) que en los del campo (9,90%). Las diferencias en el engrasamiento de la pierna fueron debidas principalmente a la grasa subcutánea y a la intermuscular ( $P \leq 0,001$ ), así como también a la pélvica ( $P \leq 0,01$ ). Los corderos criados en el aprisco presentaron una mayor proporción de todos los depósitos grasos que los del campo, siendo la grasa subcutánea un 7,06% en los primeros, frente a un 5,26% en los segundos.

En cuanto a las relaciones de los tejidos, la proporción de M/H no se modificó por el sistema de crianza y si en cambio la de M/G ( $P \leq 0,001$ ), que alcanzó un 6,66 en los corderos del campo, mientras que los de aprisco presentaron un 4,73. La proporción de grasa subcutánea/intermuscular, aunque algo superior en los corderos criados en aprisco, no fue estadísticamente diferente.

El % de desechos de la disección de la pierna no estuvo afectado ni por el sistema de crianza de los corderos, ni por la administración o no de pienso de iniciación.

Tabla IV.28.

Medias y análisis de varianza del efecto del sistema de crianza y del alimento sobre la composición tisular de la Pierna (%) y las relaciones de los tejidos obtenidos

Efectos (n)	% Músculo (M)	% Hueso (H)	% Grasa (G)	% Grasa Subcutánea	% Grasa Intermuscular	% Grasa Pélvica	% Desechos	M/H	M/G	Subcutánea/ Intermuscular
<b>Campo (24)</b>	62.98	22.43	9.90	5.26	2.86	1.78	4.20	2.82	6.66	1.87
<b>Aprisco (25)</b>	60.25	22.00	12.91	7.06	3.57	2.29	4.16	2.74	4.73	2.03
<b>Pienso (24)</b>	61.71	22.15	11.37	6.27	3.05	2.05	4.24	2.79	5.68	2.07
<b>No Pienso (25)</b>	61.51	22.29	11.44	6.04	3.38	2.02	4.12	2.77	5.71	1.83
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>										
<b>Crianza (C)</b>	91.20***	0.025	2.569***	1.707***	0.490***	0.445**	0.000	0.006	1.90***	0.044
<b>Alimento (A)</b>	0.495	0.003	0.000	0.042	0.089*	0.192	0.011	0.001	0.00	0.110 <sup>+</sup>
<b>C x A</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	3.96	1.48	3.18	1.80	0.29	1.11	0.60	0.04	1.42	0.23

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)

El efecto de la administración de pienso a los corderos no modificó sustancialmente la proporción de tejidos presentes en la pierna, con tan sólo pequeñas diferencias en el % de grasa intermuscular ( $P \leq 0,05$ ) y en la relación de la subcutánea/intermuscular ( $P \leq 0,1$ ), a favor de los corderos que recibieron el pienso comercial, representando en éstos un 2,07 tal relación.

### 3.3.- Parámetros relacionados con la Composición Tisular

En la Tabla IV.29 se resumen los resultados de los análisis de varianza efectuado para los parámetros relacionados con la composición tisular, según los factores estudiados (sistema de crianza y adicción o no de pienso de iniciación).

Para los parámetros relacionados con el hueso, la longitud del hueso Gran metacarpiano izquierdo no presenta efectos significativos de los factores estudiados, con un valor medio de 112,35 mm. Sin embargo, cuando se considera el peso de dicho hueso, los que recibieron el pienso comercial presentaron un mayor peso (32,71 g) que los que no lo recibieron (31,36 g), no existiendo efecto del sistema de crianza.

Tabla IV.29.  
Medias y análisis de varianza (cuadrados medios) del efecto del sistema de crianza y de la alimentación sobre algunos parámetros relacionados con la composición tisular

Efectos (n)	Longitud Hueso Metacarpiano (mm)	Peso Hueso Metacarpiano (g)	Peso Músculo <i>Longissimus dorsi</i> (g)	% Músculo <i>Longissimus dorsi</i> /PMCD <sup>a</sup>
Campo (24)	112.13	32.08	187.83	5.38
Aprisco (25)	112.57	31.99	174.75	4.99
Pienso (24)	113.12	32.71	182.24	5.23
No Pienso (25)	111.58	31.36	180.34	5.14
Cuadrados medios <sup>b</sup> :				
Crianza (C)	2.44	0.114	2051.88*	0.095*
Alimento (A)	28.75	22.19 <sup>+</sup>	42.964	0.006
C x A	-	-	-	-
Error	14.72	5.84	403.91	0.33

<sup>a</sup> PMCD = Peso de la media canal derecha

<sup>b</sup> Nivel de significación: + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ )

Los parámetros considerados que están relacionados con la musculatura fueron el peso del músculo *Longissimus dorsi* y su importancia relativa en la media canal derecha. Se observa en ambos parámetros un efecto del sistema de crianza ( $P \leq 0,05$ ). Los corderos criados en el campo presentaron una mayor cantidad de músculo *Longissimus dorsi* (187,83 g) que los de aprisco (174,75 g), así como una mayor importancia de dicho músculo respecto al peso de la media canal derecha, consiguiendo un 5,38% frente a un 4,99% en los corderos criados en el aprisco.

La administración o no de pienso comercial no modificó significativamente los parámetros relacionados con el músculo.

#### 4.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS

##### 4.1.- Extracción de los lípidos

Mediante la extracción de la grasa se obtuvo el % de grasa química de los depósitos subcutáneo, intermuscular, intramuscular y pelvicorrenal. Los depósitos adiposos subcutáneo e intramuscular se extrajeron del costillar y de la pierna, siendo la grasa intramuscular procedente de los músculos *Longissimus dorsi* y *Cuadriceps femoris*, respectivamente. Del depósito intermuscular únicamente se determinó la grasa asociada a la pierna.

El análisis de varianza se realizó en las grasas subcutánea e intramuscular según los efectos del sistema de crianza (campo o aprisco), de la alimentación recibida (con pienso de iniciación o sin él) y de la localización del depósito adiposo (costillar y pierna), cuyos resultados se observan en la Tabla IV.30. Mientras que para la grasa intermuscular de la Pierna y para la pelvicorrenal, el análisis de varianza se realizó sobre los efectos del sistema de crianza y de la alimentación recibida por los corderos (Tabla IV.30).

La localización afectó significativamente a la proporción de grasa química subcutánea ( $P \leq 0,05$ ), presentando el costillar una mayor cantidad (60,96%) que la pierna (57,47%). El sistema de crianza y la alimentación no presentaron efectos significativos sobre el % de grasa química de dicho depósito.



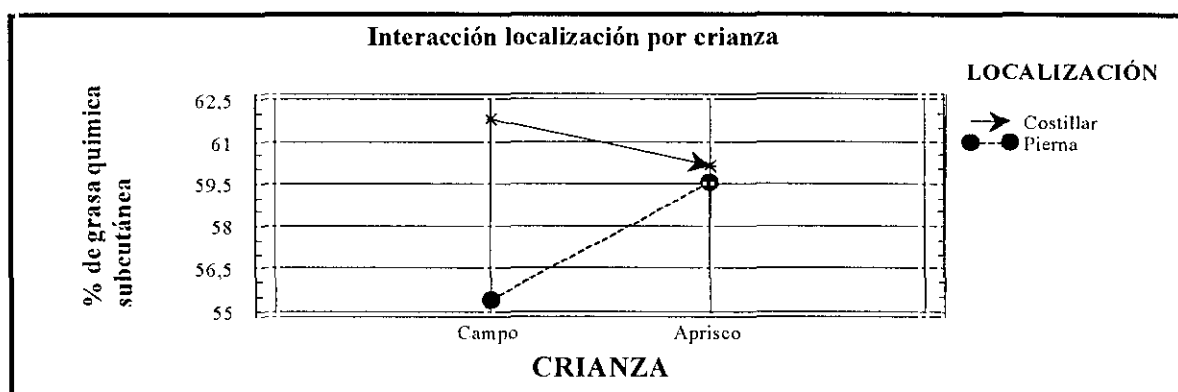
**Tabla IV.30.**  
**Medias y análisis de varianza (cuadrados medios) del efecto del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre el % de grasa química de diferentes depósitos grasos de la canal**

<b>Efectos</b>	<b>Grasa Subcutánea (n = 72)</b>	<b>Grasa Intermuscular de la Pierna (n = 33)</b>	<b>Grasa Intramuscular (n = 72)</b>	<b>Grasa Pelvicorrenal (n = 37)</b>
<b>Campo</b>	58.59	48.45	3.09	62.06
<b>Aprisco</b>	59.83	50.94	3.43	61.75
<b>Pienso</b>	60.24	49.45	3.26	62.39
<b>No Pienso</b>	58.19	49.94	3.26	61.42
<b>Costillar</b>	60.96	-	3.43	-
<b>Pierna</b>	57.47	-	3.09	-
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>				
<b>Crianza (C)</b>	27.19	47.89*	0.144*	0.874
<b>Alimento (A)</b>	71.97	1.929	0.000	8.400
<b>Localización (L)</b>	208.56*	-	0.160*	-
<b>C x A</b>	3.498	-	-	-
<b>C x L</b>	144.00*	-	-	-
<b>A x L</b>	0.117	-	-	-
<b>C x A x L</b>	-	-	-	-
<b>Error</b>	30.80	10.04	0.39	19.39

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* (P ≤ 0,05)

Sobre la grasa subcutánea existió una interacción cuantitativa ( $P \leq 0,05$ ) del sistema de crianza por la localización del depósito adiposo (Figura IV.3), debido a que la grasa del costillar de los corderos criados en el aprisco presentó una menor proporción de grasa química (60,13%) que los del campo (61,7%), mientras que la grasa de la pierna de los corderos criados en el aprisco fue bastante superior (59,54%) que los del campo.

**Figura IV.3.**  
**Interacción Cuantitativa del efecto de la localización del depósito adiposo sobre la proporción de grasa subcutánea extraída químicamente**



Sobre la grasa intermuscular de la Pierna, se observó un efecto ( $P \leq 0,05$ ) del sistema de crianza, presentando los corderos criados en el aprisco una mayor proporción (50,94%) que los criados en el campo (48,45%), no observándose diferencias en cuanto a la administración o no de pienso comercial.

Así mismo, en la grasa intramuscular también existió un efecto de la crianza de los corderos ( $P \leq 0,05$ ), siendo superior en los criados en el aprisco. Además, en dicha grasa, se produjo un efecto de la localización del depósito adiposo ( $P \leq 0,05$ ), puesto que la grasa extraída del músculo *Longissimus dorsi* (costillar), presentó una mayor proporción de grasa química (3,43%) que la grasa extraída del músculo *Cuadriceps femoris* (pierna), donde se alcanzó tan sólo un 3,09% de grasa química. Los corderos que tomaron pienso comercial presentaron el mismo % de grasa química intramuscular que los que se alimentaron exclusivamente con leche (3,26%).

Sobre la grasa pelviorrenal no se produjeron diferencias significativas ni del sistema de crianza de los corderos ni de la alimentación recibida, obteniendo un 61,91% de media la grasa química extraída.

#### 4.2.- Composición en ácidos grasos

De las grasas extraídas, como se describen en el apartado anterior, se determinó su composición en ácidos grasos totales.

### *Grasa subcutánea*

Los valores medios y el análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre los ácidos grasos totales de la grasa subcutánea se describen en la Tabla IV.31.

Los ácidos grasos mayoritarios encontrados en la grasa subcutánea fueron el ácido palmítico (C 16:0) con un 30,00%, el ácido oleico (C 18:1) con un 26,93%, el ácido esteárico (C18:0) con un 13,47% y el ácido mirístico (C14:0) con un 12,49%, representando conjuntamente un 82,89% del total de ácidos grasos presentes en dicha grasa.

Sobre los ácidos grasos oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) existieron interacciones cuantitativas del sistema de crianza por la alimentación (C x L), siendo algo más importante para el ácido oleico ( $P \leq 0,05$ ) que para el ácido linoleico ( $P \leq 0,1$ ). En el sistema de crianza se observaron efectos significativos en éstos mismos ácidos grasos ( $P \leq 0,001$  para el ácido oleico y  $P \leq 0,05$  para el ácido linoleico), presentando los corderos criados en el aprisco una mayor proporción de ambos ácidos (28,34% y 2,83%, respectivamente), que los del campo (25,52% y 2,19%, respectivamente).

La alimentación (adicción o no de pienso comercial) no presentó diferencias significativas en ninguno de los ácidos grasos totales, siendo únicamente el ácido miristoleico (C 14:1) el que se presentó en una pequeña mayor proporción ( $P \leq 0,1$ ) en los corderos que no recibieron pienso de iniciación.

Según la localización del depósito adiposo subcutáneo, los ácidos grasos que presentaron diferencias significativas fueron el ácido láurico (C 12:0), el pentadecenoico (C 15:1), el heptadecenoico (C 17:1) con una menor probabilidad ( $P \leq 0,05$ ) y el ácido palmítico (C16:0) con algo mayor ( $P \leq 0,01$ ). Para el ácido láurico (C 12:0), el costillar presentó una menor proporción (3,04%) que la pierna, mientras que para el ácido palmítico (C 16:0) y para los impares insaturados (C 15:1 y C 17:1) fue la pierna la que presentó una menor proporción que el costillar, contando la pierna con un 29,07% de ácido palmítico frente a un 30,92% que contó en el costillar.

El resto de los ácidos grasos encontrados para la grasa subcutánea o no presentaron efectos significativos o presentaron interacciones triples de los factores estudiados.

Tabla IV.31.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre la composición de ácidos grasos totales de la grasa Subcutánea

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 14:1	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
<b>Campo (35)</b>	3.55	13.20	0.10	1.76	0.09	29.88	3.71	1.83	0.06	13.38	25.52	2.19	2.19	2.76
<b>Aprisco (38)</b>	2.88	11.78	0.04	2.00	0.03	30.11	3.64	1.68	0.06	13.56	28.34	2.83	1.42	1.50
<b>Pienso (38)</b>	3.08	12.30	0.03	1.72	0.08	29.96	3.62	1.74	0.06	13.42	27.23	2.59	1.88	2.43
<b>No Pienso (35)</b>	3.35	12.68	0.10	2.03	0.05	30.03	3.74	1.76	0.05	13.52	26.63	2.44	1.73	1.83
<b>Costillar (35)</b>	3.04	12.65	0.11	1.60	0.13	30.92	3.80	1.57	0.10	13.31	26.80	2.42	1.64	1.93
<b>Pierna (38)</b>	3.39	12.33	0.03	2.15	0.00	29.07	3.56	1.94	0.01	13.63	27.06	2.60	1.97	2.32
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>														
<b>Crianza (C)</b>	0.618	0.356	0.060	0.135	0.047	0.009	0.002	0.226	0.007	0.011	1.367***	0.909*	3.141***	6.96***
<b>Alimento (A)</b>	0.216	0.209	0.158 <sup>+</sup>	0.200	0.026	0.001	0.026	0.003	0.013	0.004	0.056	0.049	0.259	1.76 <sup>+</sup>
<b>Localización (L)</b>	0.998*	0.009	0.181 <sup>+</sup>	1.560**	0.358*	0.479**	0.000	1.274*	0.311*	0.050	0.017	0.315	0.735 <sup>+</sup>	0.82
<b>C x A</b>	3.030***	-	-	1.447**	-	-	-	0.595	-	0.310*	0.379*	0.404 <sup>+</sup>	0.501	0.166
<b>C x L</b>	1.004*	-	-	0.831*	-	-	-	0.000	-	0.149 <sup>+</sup>	0.117	0.055	0.018	0.023
<b>A x L</b>	0.081	-	-	0.338	-	-	-	0.128	-	0.000	0.071	0.787*	0.699 <sup>+</sup>	0.025
<b>C x A x L</b>	-	-	-	0.749*	-	-	-	1.901**	-	0.163 <sup>+</sup>	-	-	6.223***	6.90***
<b>Error</b>	1.29	4.65	0.04	0.60	0.05	5.29	0.78	0.73	0.03	2.98	8.92	0.89	0.68	1.61

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤ 0,1), \* (P≤ 0,05), \*\* (P≤ 0,01), \*\*\* (P≤ 0,001)

**Tabla IV.32.**  
Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Subcutánea

EFFECTOS (N)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I. Blandura	V. Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Campo (35)</b>	3.74	66.20	29.51	4.37	33.80	0.07	0.45	0.51	0.68	0.15	47.26	0.95
<b>Aprisco (38)</b>	3.77	63.51	32.20	4.27	36.49	0.07	0.51	0.58	0.74	0.14	49.98	1.19
<b>Pienso (38)</b>	3.60	64.51	31.10	4.46	35.49	0.07	0.49	0.55	0.72	0.15	48.92	1.11
<b>No Pienso (35)</b>	3.90	65.19	30.61	4.18	34.81	0.06	0.47	0.54	0.70	0.14	48.31	1.04
<b>Costillar (35)</b>	3.40	64.97	30.97	4.07	35.03	0.06	0.48	0.54	0.70	0.13	48.35	1.07
<b>Pierna (38)</b>	4.10	64.73	30.74	4.57	35.27	0.07	0.48	0.55	0.72	0.16	48.88	1.07
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Crianza (C)</b>	0.005	0.504***	1.080***	0.002	0.938***	0.001	0.036***	0.034***	0.023*	0.000	132.49***	0.338 <sup>+</sup>
<b>Alimento (A)</b>	0.165	0.031	0.034	0.154	0.059	0.003	0.001	0.002	0.001	0.004	6.601	0.293
<b>Localización (L)</b>	1.900**	0.003	0.004	0.837 <sup>+</sup>	0.011	0.013 <sup>+</sup>	0.000	0.000	0.003	0.042*	5.022	0.294
<b>C x A</b>	2.221**	-	-	0.851*	-	0.011 <sup>+</sup>	-	-	-	0.024 <sup>+</sup>	54.545**	0.123
<b>C x L</b>	0.883*	-	-	0.017	-	0.000	-	-	-	0.002	11.84	0.020
<b>A x L</b>	0.074	-	-	0.359	-	0.005	-	-	-	0.044*	0.00	0.865**
<b>C x A x L</b>	1.597*	-	-	1.249*	-	0.019*	-	-	-	-	-	2.56***
<b>Error</b>	1.71	9.36	10.48	1.69	9.36	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	8.79	0.04

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤ 0.1), \* (P≤ 0.05), \*\* (P≤ 0.01), \*\*\* (P≤ 0.001)

Las medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo subcutáneo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa subcutánea se muestran en la Tabla IV.32.

Los ácidos grasos impares (C 15:0, C 15:1, C 17:0 y C 17:1) de la grasa subcutánea representaron conjuntamente un 3,76% de media, existiendo en ellos una interacción triple de los factores estudiados.

Según el tipo de saturación de la cadena carbonada, los ácidos grasos saturados (SFA) representaron un 64,68% de media, siendo los monoinsaturados (UFA) un 30,86% y los polinsaturados (PUFA) un 4,32%. El sistema de crianza presentó efectos muy destacables ( $P \leq 0,001$ ) en todas las relaciones de ácidos grasos según su saturación, menos en los PUFA, y por tanto, en la relación PUFA/SFA, donde existieron interacciones triples del sistema de crianza por alimento por localización del depósito adiposo ( $P \leq 0,05$ ).

Así, los corderos criados en el campo obtuvieron una mayor proporción de SFA (66,20%) que los criados en el aprisco (63,51%), mientras que para los UFA y para el total de ácidos grasos insaturados (TUFA), la menor cantidad correspondió a los criados en el campo (29,51% y 33,80%).

En cuanto a las relaciones de éstos ácidos grasos, se observa, por tanto, un menor valor de UFA/SFA y de TUFA/SFA ( $P \leq 0,001$ ) en los corderos del campo (0,45 y 0,51, respectivamente) frente a 0,51 y 0,58 de los criados en el aprisco.

El índice de blandura de la grasa (C 16:1 + C 18:1 / C 16:0 + C 18:0) presenta también un efecto del sistema de crianza de los corderos ( $P \leq 0,05$ ), con un menor valor en los del campo (0,68) que en los de aprisco (0,74).

El valor nutritivo de la grasa (C 18:2 + C 18:3 / C 16:0) fue de un 0,15 no presentando efecto del sistema de crianza, mientras que los ácidos grasos deseables (DFA), calculados como los TUFA + C 18:0, si lo presentaron ( $P \leq 0,001$ ), teniendo unos mejores DFA los corderos criados en el aprisco, en los que éstos ácidos grasos alcanzaron un 50% del total.

Los otros dos factores estudiados (alimentación recibida por los corderos y localización del depósito adiposo) no presentaron efectos significativos sobre ninguna de las relaciones de ácidos grasos de la grasa subcutánea, o presentaron interacciones para dichos factores.

*Grasa intermuscular*

Los valores medios y el análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza y de la alimentación sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular de la Pierna, se observan en la Tabla IV.33.

Los ácidos grasos mayoritarios encontrados para la grasa intermuscular fueron por orden decreciente, el ácido oleico (C 18:1) con un 29,18%, el ácido palmítico (C 16:0) con un 28,52%, el ácido esteárico (C 18:0) con un 14,52% y el ácido mirístico con un 11,17%, representando tan sólo un 16,61% los otros 10 ácidos grasos presentes en ésta grasa.

El sistema de crianza de los corderos presentó efectos significativos para los ácidos grasos de cadena corta y saturados ( $P \leq 0,001$ ), teniendo el ácido láurico (C 12:0) y el ácido mirístico (C 14:0) una mayor proporción en los corderos criados en el campo frente a los criados en el aprisco. Para éstos ácidos grasos el aporte o no de pienso comercial de iniciación no obtuvo diferenciación estadística, aunque presentaron algo más los que no consumieron pienso.

El ácido palmítico (C 16:0), el ácido oleico (C 18:1), el ácido linolénico (C 18:3) y el ácido araquídico (C 20:0) también presentaron efectos sobre el sistema de crianza ( $P \leq 0,1$  para los tres primeros y  $P \leq 0,05$  para el último), siendo superiores en todos los casos, menos para el ácido linolénico, en los corderos criados en el aprisco.

El alimento que recibieron los corderos (aporte de pienso) afectó a los ácidos grasos palmítico (C 16:0) y esteárico (C 18:0) ( $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente), disminuyendo en los corderos que recibieron pienso, mientras que para el ácido heptadecenoico (C 17:1) y para el ácido oleico (C 18:1) el aporte de pienso aumentó su valor ( $P \leq 0,01$  y  $P \leq 0,05$  respectivamente), alcanzando un 0,32% y un 30,55% de los ácidos grasos totales.

Las relaciones de los ácidos grasos de la grasa intermuscular según los efectos del sistema de crianza y de la alimentación, aparecen en la Tabla IV.34., en la cual se observan los valores medios y el análisis de varianza realizado.

Los ácidos grasos de cadena impar (C 15 y C 17, saturados e insaturados) no fueron afectados ni por el sistema de crianza ni por la administración de pienso, presentando un 3,86% de los valores medios.

Los ácidos grasos saturados (SFA) representaron un 62,76% de media, mientras que

los insaturados totales (TUFA) alcanzaron el 37,24 %, siendo un 33,07% monoinsaturados (UFA) y un 4,18% polinsaturados (PUFA).

Sobre los SFA existió una interacción cuantitativa del sistema de crianza por el alimento concentrado ( $P \leq 0,1$ ), existiendo un ligero efecto del sistema de crianza, donde los corderos que estuvieron en el campo presentaron una mayor cantidad de SFA (63,62%) que los del aprisco (61,90%). Así mismo también existió un efecto del aporte de pienso ( $P \leq 0,01$ ), presentando un porcentaje mayor de ácidos grasos saturados cuando a los corderos no se les administraba el alimento concentrado.

Para los UFA, también se produjo una interacción  $C \times A$  ( $P \leq 0,1$ ), pero igualmente de tipo cuantitativo, presentando efectos significativos ambos factores estudiados ( $P \leq 0,05$ ). Los corderos criados en el aprisco, así como los que recibieron pienso, presentaron una mayor proporción de UFA que los del campo y los de alimentación láctea. Mientras que en los PUFA no se observaron diferencias significativas de ninguno de los factores estudiados, para los TUFA existió una ligera interacción cuantitativa ( $P \leq 0,1$ ), presentando la misma tendencia a la obtenida por los UFA.

En cuanto a las relaciones según la saturación de la cadena carbonada, ninguno de los factores estudiados presentó efectos sobre PUFA/SFA, obteniendo un 0,07 de media. Mientras que para UFA/SFA y TUFA/SFA, existieron interacciones cuantitativas ( $P \leq 0,1$ ), obteniendo los corderos criados en el aprisco unas mayores relaciones que los del campo ( $P \leq 0,1$ ), siendo también mayores ( $P \leq 0,05$ ) en los corderos que consumieron pienso (0,56 y 0,63, respectivamente).

El índice de blandura de la grasa fue superior en el aprisco que en el campo, aunque no de forma significativa, así como también superior ( $P \leq 0,01$ ) con pienso (0,82) que sin él (0,72), ya que la interacción fue cuantitativa. El valor nutritivo de la grasa ( $C 18:2 + C 18:3/C 16:0$ ) no fue afectado por los factores estudiados, alcanzando un valor medio de 0,15.

Para los DFA (ácidos grasos deseables) tan sólo existió un leve efecto del sistema de crianza ( $P \leq 0,1$ ), siendo superior en los corderos criados en el aprisco (52,55%) que en el campo (50,94%). El índice de  $n6/n3$ , de las relaciones de los ácidos grasos esenciales, se situó en 1,24 para los corderos criados en aprisco, frente a 0,93 en los del campo ( $P \leq 0,001$ ). Tanto para los DFA como para el índice  $n6/n3$  las interacciones fueron cuantitativas.



**Tabla IV.33.**  
**Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza y de la alimentación sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular de la Pierna**

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 14:1	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
<b>Campo (15)</b>	3.09	11.87	0.04	1.58	0.04	28.16	3.51	2.13	0.15	14.56	28.20	2.25	2.26	2.17
<b>Aprisco (20)</b>	2.11	10.47	0.00	1.46	0.08	28.87	3.58	1.98	0.27	14.48	30.15	2.11	1.73	2.68
<b>Pienso (15)</b>	2.57	11.14	0.00	1.46	0.07	27.96	3.53	2.00	0.32	13.71	30.55	2.16	2.06	2.49
<b>No Pienso (20)</b>	2.64	11.20	0.04	1.58	0.05	29.08	3.56	2.11	0.10	15.32	27.80	2.20	1.93	2.37
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>														
<b>Crianza (C)</b>	0.787***	0.372***	0.027	0.001	0.030	0.038 <sup>+</sup>	0.005	0.000	0.275	0.000	0.297 <sup>+</sup>	0.002	0.048 <sup>+</sup>	1.248*
<b>Alimento (A)</b>	0.006	0.001	0.017	0.000	0.007	0.092*	0.000	0.000	0.472 <sup>+</sup>	0.377**	0.562*	0.009	0.131	0.125
<b>C x A</b>	-	-	-	0.207 <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Error</b>	0.17	0.81	0.01	0.15	0.03	1.49	0.27	0.30	0.09	2.01	10.42	0.36	0.51	0.91

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤ 0,1), \* (P≤ 0,05), \*\* (P≤ 0,01), \*\*\* (P≤ 0,001)

**Tabla IV.34.**  
**Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza y de la alimentación sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Intermuscular de la Pierna**

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I. Blandura	V. Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Campo (15)</b>	3.89	63.62	31.86	4.51	36.38	0.07	0.50	0.58	0.74	0.16	50.94	0.93
<b>Aprisco (20)</b>	3.82	61.90	34.27	3.84	38.10	0.06	0.56	0.62	0.79	0.13	52.55	1.24
<b>Pienso (15)</b>	3.84	61.38	34.39	4.22	38.62	0.07	0.56	0.63	0.82	0.15	52.35	1.09
<b>No Pienso (20)</b>	3.87	64.14	31.74	4.13	35.86	0.06	0.50	0.56	0.72	0.14	51.15	1.08
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Crianza (C)</b>	0.021	25.01 <sup>+</sup>	0.381*	0.046	0.167 <sup>+</sup>	0.000	0.012 <sup>+</sup>	0.007 <sup>+</sup>	0.006	0.003	21.65 <sup>+</sup>	0.754***
<b>Alimento (A)</b>	0.017	63.73**	0.458*	0.062	0.434**	0.002	0.017*	0.017*	0.029**	0.004	11.98	0.001
<b>C x A</b>	-	33.16 <sup>+</sup>	0.260 <sup>+</sup>	-	0.210 <sup>+</sup>	-	0.010 <sup>+</sup>	0.009 <sup>+</sup>	0.010 <sup>+</sup>	-	22.90 <sup>+</sup>	0.077 <sup>+</sup>
<b>Error</b>	0.73	6.90	12.14	1.40	8.26	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	6.54	0.02

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤0,1), \* (P≤0,05), \*\* (P≤0,01), \*\*\* (P≤0,001)

*Grasa intramuscular*

Las medias y el análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa intramuscular, se pueden observar en la Tabla IV.35.

Los ácidos grasos mayoritarios encontrados en la grasa intramuscular fueron por orden decreciente, el ácido oleico (C 18:1) con un 27,92% de media, el ácido palmítico (C 16:0) con un 24,97% y el esteárico (C 18:0) con un 15,18%, representando conjuntamente un 68,07% de los ácidos grasos totales. Junto con los anteriores, si les sumamos lo obtenido para los ácidos mirístico (C 14:0) con un 6,62% y linolénico (C 18:2) con un 6,37%, se obtiene un total de 81,06 % de los ácidos grasos totales, teniendo el resto de los ácidos grasos tomados individualmente un porcentaje no superior al 4%.

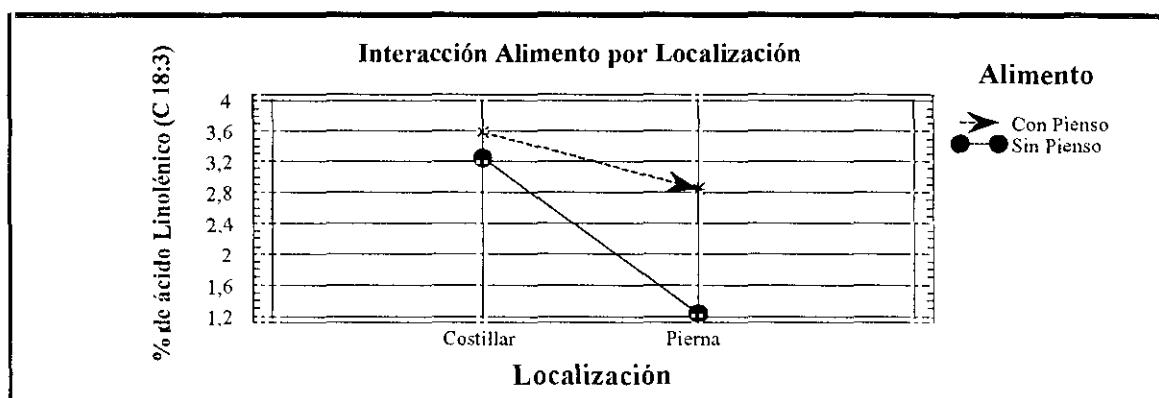
Según los factores estudiados, el sistema de crianza sólo presentó efectos significativos ( $P \leq 0,001$ ) en los ácidos esteárico (C 18:0) y oleico (C 18:1), presentando los corderos criados en el aprisco una menor proporción del primero (14,55%) respecto a los criados en el campo (15,80%), y una mayor proporción del segundo (29,64%) respecto a los mismos (26,20%). Ambos ácidos grasos presentaron una interacción del sistema de crianza por la localización (C x L) de tipo cuantitativo ( $P \leq 0,01$ ).

El aporte de pienso comercial afectó al ácido pentadecanoico (C 15:0) ( $P \leq 0,01$ ), así como al palmítico (C 16:0), esteárico (C 18:0), linolénico (C 18:3) y araquidónico (C 20:4) ( $P \leq 0,001$ ). De éstos, el C 16:0 y el C 18:0 (ácidos grasos mayoritarios), presentaron una mayor proporción en los corderos que no consumieron pienso, alcanzando en ellos un 26,16% el palmítico y un 15,80% el esteárico, frente a un 23,78 % y un 14,56 % respectivamente, en los corderos que si lo consumieron. Los ácidos minoritarios, C 15:0, C 18:3 y C 20:4, supusieron un mayor porcentaje en los corderos a los que se les administró el pienso comercial, llegando a un 3,21% el C 18:3 y a un 1,85% el C 20:4.

Para los ácidos grasos palmítico (C 16:0) y linolénico (C 18:3) existieron ligeras interacciones ( $P \leq 0,1$ ) de A x L en el primero y de C x A en el segundo, ambas de tipo cuantitativo. Además, el ácido graso linolénico (C 18:3) presentó una interacción cuantitativa de A x L ( $P \leq 0,01$ ) (Figura IV.4), ya que en los corderos que consumieron pienso existe una ligera disminución del C 18:3, cuando se compara el costillar con la pierna (de 3,59% a

2,84%), mientras que en los que no lo tomaron, el descenso es bastante más acusado (3,24% a 1,23%). Aunque éste ácido graso presentó siempre mayores valores en los corderos que consumieron el pienso comercial frente a los que no, y el costillar frente a la pierna.

**Figura IV.4.**  
Interacción cuantitativa del efecto del alimento sobre la proporción de ácido linolénico (C18:3) en la grasa intramuscular



Sobre la localización del depósito adiposo (Tabla IV.35) existieron diferencias significativas en los ácidos grasos C 15:0, C 18:3 y C 20:0 (ácido aráquidico), presentando en todos los casos, el costillar una mayor proporción que la pierna ( $P \leq 0,001$ ). Las interacciones de los ácidos C 18:3 y C 20:0, son todas de tipo cuantitativo, y el resto de los ácidos grasos o no presentó efecto o presentaron interacciones dobles cualitativas o triples.

El efecto del sistema de crianza, del alimento y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales (valores medios y cuadrados medios) aparecen reflejados en la Tabla IV.36.

Los ácidos grasos impares no presentaron efectos significativos de los factores estudiados, alcanzando un 6,22% de promedio.

Respecto a la saturación de la cadena carbonada, los saturados (SFA) representaron un 51,04% de los ácidos grasos totales, mientras que los insaturados totales (TUFA) un 48,96%, de los cuales un 14,2% son polinsaturados (PUFA). Los factores del sistema de crianza y de la localización del depósito adiposo presentaron efectos significativos sobre los monoinsaturados (UFA) ( $P \leq 0,001$ ) y sobre la relación de éstos con los SFA, con una  $P \leq$

0,001 para el sistema de crianza y  $P \leq 0,01$  para la localización. Alcanzando mayores valores para los criados en el aprisco (36,57% de UFA y 0,74 de relación UFA/SFA) que los del campo (32,93% de UFA y 0,63 de UFA/SFA), y de la pierna mas que el costillar (36,04% frente a 33,45 % para UFA y 0,71 frente a 0,66 para UFA/SFA, respectivamente).

Los SFA, PUFA y TUFA, así como las relaciones de éstos dos últimos con el primero, presentaron interacciones triples de los factores estudiados ( $P \leq 0,01$ ), aunque es de destacar que en los corderos criados en el aprisco y en los que consumieron pienso, la relación TUFA/SFA superó el índice de 1 (1,02).

El índice de blandura de la grasa intramuscular ( $C 16:1 + C 18:1 / C 16:0 + C 18:0$ ) obtuvo un 0,78 de media, existiendo sobre él un efecto del sistema de crianza ( $P \leq 0,001$ ) y del alimento administrado a los corderos ( $P \leq 0,01$ ), pese a obtener una interacción de  $A \times L$  ( $P \leq 0,05$ ), aunque de tipo cuantitativo para el alimento.

Al igual que lo reseñado para los UFA, el índice de blandura fue superior en los corderos criados en el aprisco (0,83) frente a los del campo (0,72). Así mismo, los que consumieron pienso presentaron una grasa intramuscular más blanda (0,80) que los que sólo recibieron alimentación láctea (0,75).

Respecto al valor nutritivo ( $C 18:2 + C 18:3 / C 16:0$ ), éste presentó una interacción triple de los factores objeto de estudio ( $P \leq 0,05$ ), así como los ácidos grasos deseables (DFA) ( $P \leq 0,01$ ).

Las relaciones de ácidos grasos esenciales,  $n6/n3$  (calculadas como  $C 18:2 + C 20:4 / C 18:3$ ), presentaron dos interacciones de tipo cuantitativo, del sistema de crianza por la localización del depósito adiposo ( $P \leq 0,05$ ), y del alimento recibido por los corderos por la localización ( $P \leq 0,01$ ).

Los tres factores estudiados obtuvieron efectos significativos sobre el índice  $n6/n3$ , siendo más importantes la crianza y el alimento ( $P \leq 0,001$ ), que la localización ( $P \leq 0,01$ ). Los corderos criados en el aprisco presentaron un mayor índice de  $n6/n3$ , alcanzando un 2,12, que los criados en el pasto (1,40), así mismo los que consumieron pienso obtuvieron un mayor valor (1,83) que los que sólo recibían alimentación láctea (1,69), y la pierna (1,81) mayor al costillar (1,70).

Tabla IV.35.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre la composición de los ácidos grasos totales de la grasa Intramuscular

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 14:1	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0	C 20:2	C 20:4
Campo (33)	0.83	7.13	0.00	1.09	3.34	25.04	2.87	1.34	0.50	15.80	26.20	6.31	3.06	1.32	3.66	1.52
Aprisco (41)	0.46	6.11	0.02	1.06	3.52	24.90	3.00	1.15	0.46	14.55	29.64	6.42	2.39	1.35	3.75	1.28
Pienso (37)	0.80	6.38	0.00	1.22	3.33	23.78	2.94	1.15	0.56	14.56	27.68	6.27	3.21	1.65	4.63	1.85
No Pienso (37)	0.49	6.86	0.02	0.93	3.52	26.16	2.92	1.34	0.40	15.80	28.16	6.46	2.24	1.01	2.75	0.95
Costillar (35)	0.61	6.61	0.02	1.36	2.92	24.35	2.91	1.44	0.47	14.74	27.17	5.85	3.41	1.85	4.59	1.72
Pierna (39)	0.68	6.62	0.00	0.79	3.94	25.59	2.96	1.05	0.49	15.62	28.67	6.88	2.04	0.82	2.79	1.08
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>																
Crianza (C)	1.124*	1.166*	0.006	0.001	0.004	0.003	0.006	0.015	0.032	0.445***	1.955***	0.002	0.119	0.04	1.243	0.023
Alimento (A)	1.186*	0.007	0.007	1.825**	0.037	0.979***	0.016	0.001	0.652*	0.440***	0.038	0.009	4.46***	2.50*	11.57***	5.10***
Localización (L)	0.049	0.102	0.009	3.754***	0.969*	0.275**	0.002	2.273**	0.068	0.214**	0.393**	0.659**	7.66***	5.54***	9.83***	1.672*
C x A	0.185	0.644 <sup>+</sup>	-	-	0.148	0.036	-	0.359	0.041	0.048	0.063	0.056	1.202 <sup>+</sup>	0.50	1.61*	0.212
C x L	6.671***	1.671**	-	-	0.365	0.472***	-	1.323*	1.349***	0.259**	0.257**	0.001	4.070**	3.09*	3.57***	6.07***
A x L	2.924***	0.054	-	-	0.702 <sup>+</sup>	0.086 <sup>+</sup>	-	1.568*	1.987***	0.032	0.039	1.731***	3.143**	3.88**	9.55***	0.774
C x A x L	0.632 <sup>+</sup>	0.536 <sup>+</sup>	-	-	0.756*	-	-	1.708*	-	-	-	-	-	-	1.45*	-
Error	0.52	1.90	0.01	0.57	2.53	2.48	0.26	0.94	0.11	1.67	3.8	1.85	1.48	1.35	1.52	0.83

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)

Tabla IV.36.

Medias y análisis de varianza de los efectos del sistema de crianza, de la alimentación y de la localización del depósito adiposo sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Intramuscular

Efectos (n)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I. Blandura	V. Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Campo (33)</b>	6.26	52.55	32.93	14.54	47.45	0.28	0.63	0.91	0.72	0.38	63.26	1.40
<b>Aprisco (41)</b>	6.18	49.53	36.57	13.86	50.47	0.28	0.74	1.02	0.83	0.36	65.02	2.12
<b>Pienso (37)</b>	6.26	49.53	34.50	15.97	50.47	0.32	0.70	1.02	0.80	0.40	65.03	1.83
<b>No Pienso (37)</b>	6.18	52.55	35.00	12.43	47.45	0.24	0.67	0.92	0.75	0.34	63.25	1.69
<b>Costillar (35)</b>	6.17	50.90	33.45	15.64	49.10	0.31	0.66	0.97	0.77	0.39	63.83	1.70
<b>Pierna (39)</b>	6.27	51.18	36.04	12.76	48.82	0.26	0.71	0.97	0.78	0.35	64.44	1.81
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Crianza (C)</b>	0.004	163.4***	1.751***	0.074	162.80***	0.00	0.083***	0.061***	0.078***	0.006	55.59**	2.419***
<b>Alimento (A)</b>	0.10	163.7***	0.03	4.52***	163.5***	0.12***	0.01	0.06***	0.02**	0.05***	56.5**	2.55***
<b>Localización (L)</b>	0.017	1.331	0.890***	2.821***	1.33	0.053***	0.021**	0.000	0.000	0.016	6.63	2.182**
<b>C x A</b>	0.428	33.32*	-	1.095**	33.30*	0.028**	-	0.011*	0.000	0.023**	15.35	0.042
<b>C x L</b>	0.719*	98.94***	-	3.225***	99.15***	0.086***	-	0.037***	0.001	0.054***	34.74*	1.291*
<b>A x L</b>	0.021	11.68	-	0.35 <sup>+</sup>	11.69	0.008	-	0.003	0.007*	0.008 <sup>+</sup>	3.506	2.024**
<b>C x A x L</b>	-	66.29**	-	1.034**	66.20**	0.030**	-	0.025**	-	0.015*	63.89**	-
<b>Error</b>	3.20	6.79	5.62	5.35	6.79	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	7.52	0.11

<sup>a</sup> Nivel de significación: \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)

*Grasa pelviorrenal*

Sobre los ácidos grasos de la grasa pelviorrenal únicamente se estudiaron los efectos del sistema de crianza de los corderos y de la alimentación recibida por éstos, observándose los valores medios y el análisis de varianza efectuado en la Tabla IV.37.

Los ácidos grasos mayoritariamente encontrados en la grasa pelviorrenal, por orden de importancia cuantitativa, fueron: ácido oleico (C 18:1) con un 28,0% de promedio, ácido palmítico (C 16:0) con un 24,88% y ácido esteárico (C 18:0) con un 21,72%, representando conjuntamente un 74,6%. También se ha de considerar el ácido mirístico (C 14:0) con un 8,98%, representando el resto de los ácidos grasos encontrados en ésta grasa cantidades individuales no superiores al 3%.

Sobre el sistema de crianza de los corderos, los ácidos grasos que presentaron efectos significativos fueron el ácido mirístico (C 14:0) y el esteárico (C 18:0) ( $P \leq 0,001$ ), así como el palmitoleico (C 16:1) y el oleico (C 18:1) ( $P \leq 0,05$ ). Para los dos primeros ácidos grasos (saturados ambos), los corderos que fueron criados en el aprisco presentaron una menor proporción que los criados en el campo, siendo el C 18:0 un 20,51% en el campo y un 22,92% en el aprisco. Con respecto al C 16:1 y el C 18:1 (monoinsaturados), los corderos del aprisco obtuvieron mayor cantidad (2,49% y 29,16%, respectivamente) que los del campo (2,27% y 26,84%, respectivamente), presentando el ácido oleico (C 18:1) una interacción de ambos factores (C x A) de tipo cuantitativo ( $P \leq 0,05$ ).

El sistema de alimentación sólo presentó efectos sobre el ácido palmítico (C 16:0) ( $P \leq 0,1$ ) y sobre dos ácidos grasos minoritarios, el ácido heptadecanoico (C 17:0) y el ácido aráquidico (C 20:0) ( $P \leq 0,001$ ), obteniendo el C 17:0 una interacción cuantitativa de C x A ( $P \leq 0,001$ ). El C 16:0 y el C 17:0 fueron superiores en los corderos que no consumieron el pienso, mientras que el C 20:0 lo fue en los que si lo tomaron. El resto de los ácidos grasos encontrados para la grasa pelviorrenal no presentaron efectos significativos sobre los factores estudiados.

Las relaciones de los ácidos grasos de la grasa pelviorrenal según los efectos de los factores del sistema de crianza y de la alimentación, aparecen en la Tabla IV.38., donde se pueden apreciar los valores medios y el análisis de varianza realizado (cuadrados medios de los factores, de la interacción y del error experimental).



Tabla IV.37.

Medias y análisis de varianza del efecto del sistema de crianza y de la alimentación sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa Pelvicorrenal

Efectos (n)	C 12:0	C 14:0	C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20:0
Campo (16)	2.24	9.67	1.76	0.04	24.38	2.27	2.53	0.02	22.92	26.84	2.67	2.32	2.36
Aprisco (21)	2.56	8.28	1.81	0.00	25.38	2.49	2.86	0.00	20.51	29.16	2.93	2.19	1.88
Pienso (16)	2.29	9.20	1.76	0.00	24.23	2.40	2.31	0.00	21.51	27.97	2.82	2.30	3.22
No Pienso (21)	2.50	8.76	1.81	0.03	25.53	2.36	3.08	0.01	21.92	28.04	2.78	2.21	1.02
Cuadrados medios <sup>a</sup> :													
Crianza (C)	0.098	0.488***	0.000	0.026	0.094	0.050*	0.076 <sup>+</sup>	0.011	0.595***	0.450*	0.057	0.138	0.613
Alimento (A)	0.007	0.050	0.069	0.017	0.144 <sup>+</sup>	0.001	0.439***	0.007	0.016	0.000	0.002	0.417	12.72***
C x A	0.579 <sup>+</sup>	-	-	-	-	-	0.269***	-	-	0.350*	0.070 <sup>+</sup>	-	-
Error	0.73	1.18	0.69	0.01	4.61	0.10	0.24	0.01	3.07	8.43	0.27	1.25	1.22

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P≤ 0,1), \* (P≤ 0,05), \*\*\* (P≤ 0,001)

**Tabla IV.38.**  
**Medias y análisis de varianza del efecto del sistema de crianza y de la alimentación sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Pelvicorrenal**

EFFECTOS (N)	Impares	SFA	UFA	PUFA	TUFA	PUFA/ SFA	UFA/ SFA	TUFA/ SFA	I. Blandura	V. Nutritivo	DFA	n6/n3
<b>Campo (16)</b>	4.34	65.85	29.16	4.99	34.15	0.08	0.45	0.52	0.62	0.21	57.07	1.07
<b>Aprisco (21)</b>	4.62	63.25	31.65	5.15	36.75	0.08	0.50	0.58	0.69	0.21	57.30	1.11
<b>Pienso (16)</b>	4.07	64.52	30.36	5.12	35.48	0.08	0.47	0.55	0.67	0.21	57.00	1.24
<b>No Pienso (21)</b>	4.89	64.58	30.45	5.02	35.42	0.08	0.48	0.55	0.65	0.20	57.37	0.94
<b>Cuadrados medios <sup>a</sup>:</b>												
<b>Crianza (C)</b>	0.030	60.14*	0.479*	0.008	0.445*	0.001	0.015*	0.015*	0.019*	0.000	0.463	0.059
<b>Alimento (A)</b>	0.281*	0.033	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	1.269	1.166**
<b>C x A</b>	0.530**	28.47 <sup>+</sup>	0.336*	-	0.189 <sup>+</sup>	-	0.011*	0.008 <sup>+</sup>	0.010 <sup>+</sup>	-	38.25*	-
<b>Error</b>	1.01	9.05	9.66	1.47	9.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	9.01	0.03

<sup>a</sup> Nivel de significación: + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01)

Sobre los ácidos grasos impares encontrados en la grasa pelviorrenal se obtuvo una interacción cualitativa de los factores estudiados ( $P \leq 0,01$ ), puesto que los corderos que consumieron pienso presentaron un mayor valor en el campo que en el aprisco (4,45% vs. 3,70%), mientras que los que no lo recibieron obtuvieron un mayor valor en el aprisco que en el campo (5,55% vs. 4,23%).

Según la saturación de la cadena carbonada, la grasa pelviorrenal contó con un 64,55% de SFA, un 30,41% de UFA y un 5,07% de PUFA, siendo la relación de TUFA/SFA de un 0,55. El sistema de crianza fue el único factor que afectó a las saturaciones presentadas en los ácidos grasos ( $P \leq 0,05$ ), obteniendo los corderos criados en el aprisco una menor proporción de SFA (63,25%) y mayor de UFA (31,65%) y de TUFA (36,75%) que los corderos del campo (65,85%, 29,16% y 34,15%, respectivamente). Por tanto, las relaciones UFA/SFA y TUFA/SFA fueron superiores en los corderos criados en el aprisco ( $P \leq 0,05$ ). Todas las interacciones encontradas para las relaciones de saturación fueron de tipo cuantitativo.

El índice de blandura fue superior ( $P \leq 0,05$ ) en los corderos criados en el aprisco (0,69) frente a los del campo (0,62). Sin embargo, el valor nutritivo de la grasa no fue significativamente afectado por ninguno de los factores estudiados, alcanzando los corderos un índice medio de 0,21, así como los DFA que supusieron un 57,19% de los ácidos grasos totales, presentando una interacción C x A de tipo cualitativo ( $P \leq 0,05$ ).

La relación de ácidos grasos esenciales (n6/n3) presentó diferencias en cuanto al alimento recibido por los corderos ( $P \leq 0,01$ ), siendo superior en los que se les suministró pienso de iniciación.



---

**EXPERIENCIA 1ª. SEXO POR PESO DE SACRIFICIO**

---

**1.- PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE**

El valor de producción láctea estimada mediante el método de Fleischman (Tabla IV.1) fue de 40550,82 ml de leche en las 6 semanas de lactación controladas, observándose una baja producción de leche al tratarse de ovejas de aptitud cárnica. El pico de lactación observado en la tercera semana alcanza una producción de 1222,64 ml, que si comparamos con ovejas de raza Manchega, éste se produce en el período de cría entre la 3ª y 4ª semana postparto, con una producción media de 1600-1700 ml de leche/día (Rodríguez, 1997).

Esta baja producción láctea produce una mayor concentración de algunos de los componentes químicos de la leche, principalmente de grasa y de lactosa, ya que sobre una base de un 18,5% de materia seca (81,5% de agua), observamos un 7,82% de grasa y un 5,66% de lactosa, donde la media para la especie ovina se sitúa según Molina (1987), a partir de datos de diferentes autores, en 7,2% de grasa y 4,4% de lactosa. El contenido en proteína (4,02 %) resultaría algo bajo al observar el 5,21% descrito por Maria et al. (1991) en leche de raza Latxa, y al 5,2% y 5,38% obtenido por Such (1990) y Calcerrada et al. (1995) respectivamente, en ovejas de raza Manchega. No obstante, Bencini y Purvis (1990) en ovejas de raza Merina, encontraron oscilaciones para el contenido proteico de la leche, entre 3,79% y 6,75% en las primeras semanas de lactación.

La composición de la leche varía de manera natural con el transcurso de la lactación, y entre los diversos componentes de la leche, la grasa y la materia seca, descienden en las primeras semanas postparto, presentando los valores mas bajos cuando la producción es máxima (7,00% de grasa y 17,68% de extracto seco), teniendo lugar a continuación una fase ascendente hasta el final de la lactación, al igual que lo encontrado por otros autores en diferentes razas ovinas (Fernández et al., 1991; Snowden y Glimp, 1991).

Molina (1987) observó una clara relación inversa entre la cantidad de leche producida en ovejas de raza Manchega y su contenido en grasa y proteína, pasando de 8,6% de grasa y de 7,4% de proteína en los 3 días postparto, a 6,0% de grasa y 4,9% de proteína en los 17 días posteriores al mismo.

Por último, la lactosa es el único componente que aumenta al principio de la lactación,

para luego mantenerse constante y disminuir ligeramente en el último tercio de la misma, según lo señalado por Purroy (1982). Nosotros encontramos que el contenido de lactosa aumentó hasta la tercera semana de lactación, donde alcanzó un 5,87%, presentando posteriormente una tendencia decreciente, igualmente Hadjipanayiotou (1995) en la raza Chios, raza autóctona y rústica de Chipre, observó que la lactosa aumentó desde el día del parto hasta los 11 días posteriores al mismo.

En relación al recuento de células somáticas, encontramos el mínimo ( $39,77 \cdot 10^3$  células/ml) en la tercera semana de lactación, manteniéndose una media de  $362,26 \cdot 10^3$  células/ml de leche producida, no alcanzándose en ningún caso el máximo aceptado para la comercialización, que asciende a 1.500.000 células/ml (Barbarosa et al., 1994)

Los ácidos grasos mayoritarios encontrados (Tablas IV.2 y IV.3) fueron, por orden decreciente, el ácido oleico (C 18:1) con un 31,68% de media, el ácido palmítico (C 16:0) con un 22,40% y el ácido esteárico (C 18:0) con un 17,26%. Esta distribución es similar a la encontrada hacia el 7° día postparto en ovejas de raza Corriedale (Gasparotti et al., 1997), mientras que en ovejas de raza Manchega, el principal ácido graso encontrado fue el palmítico (C 16:0), con una composición media de 25,62%, seguido de los ácidos oleico (C 18:1), mirístico (C 14:0) y esteárico (C 18:0), representando conjuntamente un 65,27% del total de ácidos grasos encontrados (Lloret et al., 1993).

La composición de los ácidos grasos de la leche se regula por las actividades metabólicas que ocurren entre el rumen y la glándula mamaria. Así parece que los ácidos grasos de la leche de los rumiantes derivan de tres fuentes (Noble et al., 1970): (1) la síntesis de novo en la glándula mamaria del acetato y  $\beta$ -hidroxibutirato, resultando en la formación de los ácidos grasos del C 4:0 al C 8:0 y del malonil coenzima-A del C 10:0 al C14:0 (Mephram, 1987), (2) la dieta, la cual contiene normalmente ácidos grasos C 16 y C 18, y (3) los depósitos grasos, los cuales contienen principalmente C 16:0, C 18:0 y C 18:1.

En la composición de los ácidos grasos de cadena corta (C 4-C 10) se observa una tendencia creciente de la primera a la segunda semana de lactación, al igual que lo señalado por Gasparotti et al.(1997), indicando una mayor capacidad de síntesis por parte del epitelio glandular con el progreso de la lactación (Schmidt, 1971). Así el aumento de los ácidos grasos C6, C8 y C10 durante los primeros días de la lactación, han sido señalados por Noble et al.

(1970) hacia el tercer día y por Steele (1979) hacia el décimo.

Durante las primeras semanas de la lactación, las hembras pueden sufrir un stress nutricional cuando su ingestión de alimentos no satisface la alta demanda de nutrientes de la producción láctea (Joseph y Foot, 1990). Así mismo, de manera fisiológica, en el final de la gestación y principio de la lactación, existe un predominio del catabolismo lipídico, lo que se acompaña de una rápida pérdida de los lípidos almacenados durante la gestación al comienzo de la lactación, y no es hasta el destete o después del pico de lactación cuando el anabolismo lipídico se convierte en la fase predominante (McNamara, 1991).

Los resultados más destacables se observan de la tercera (pico de lactación) a la cuarta semana de lactación, donde se produce una disminución importante de los ácidos grasos de cadena corta (C4-C10) y de cadena media (C12-C17), y un aumento de los de cadena larga (C18-C20). Esta variación es debida principalmente a la disminución de los ácidos grasos C6:0, C 8:0 y C 10:0 en los de cadena corta, del C12:0, C 14:0, C 16:0 y C 16:1 en los de cadena media, acompañado de un aumento del C 18:1 y C 18:2 en los de cadena larga. Todo lo anterior justifica una mayor movilización de la reserva grasa corporal del animal tras el pico de lactación, cuando éste se encuentra en un balance energético negativo (Requena et al., 1997), y concomitantemente ese aumento de los ácidos grasos de cadena larga inhibe la síntesis *de novo* de los ácidos grasos de cadena corta por el tejido mamario (Palmquist et al., 1993).

Así, parece razonable sugerir que durante la parte temprana de la lactación, el depósito adiposo asume un rol importante en donar ácidos grasos a la glándula mamaria para la síntesis de la grasa de la leche.

Igualmente por saturación de la cadena carbonada, los ácidos grasos saturados (SFA) presentaron el mínimo en la cuarta semana de la lactación (56,51%), alcanzando los monoinsaturados (UFA) y los polinsaturados (PUFA) su máximo en dicha semana (37,14% y 3,23%, respectivamente). Proporciones semejantes (61,8% para los SFA y 3,6% para los PUFA) han sido encontrados por Tejón et al. (1996), en corderos lechales de las razas Rubia del Molar y Colmenareña. La relación PUFA/SFA experimenta, por tanto, un aumento muy destacado en la cuarta semana postparto (0,66), siendo muy superior a lo encontrado para la raza Comisana, donde se alcanza un 0,3-0,4 de media, debido a un contenido muy elevado

de SFA (72-75%) (Chiofalo et al., 1996), y también, muy superior a la raza Merina, cuya relación PUFA/SFA es de 0,23 (Palanska et al., 1994).

La baja proporción de ácidos grasos esenciales (C18:2 y C18:3) derivados principalmente de la dieta, es debida a la hidrogenación que sucede en el rumen para la formación de ácido oleico (C 18:1) (Luquet, 1991). Así mismo otros autores también encuentran una baja proporción de éstos ácidos grasos en otras razas ovinas (Noble et al., 1970; Chiofalo et al., 1996).

## 2.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES

El crecimiento de los corderos (Tabla IV.4), dependiente exclusivamente de la alimentación láctea de sus madres (Katsaounis y Zygoiannis, 1984), siguió una tendencia similar a lo encontrado para la raza, donde Sánchez Hernando (1952) obtuvo a los 15 - 20 días un peso de 8 - 10 Kg, con un peso de nacimiento de los corderos de 3,5 - 4 Kg. Unicamente los corderos que fueron sacrificados a los 10 Kg de peso, presentaron un crecimiento algo inferior (0,198 Kg/día) aunque partieron también de un peso al nacimiento más bajo (3,34 Kg).

Valores algo inferiores a los encontrados en nuestro trabajo han sido señalados también en la raza Talaverana por Guía y Cañeque (1992), quienes obtuvieron hasta los 40 días de vida un crecimiento de 187 g/día para los machos y de 179 g/día para las hembras. Esto coincide con lo observado por Fernandez et al. (1989) en corderos de raza Manchega criados mediante lactancia natural, en donde el peso de nacimiento presentó efectos significativos sobre la velocidad de crecimiento, así como en corderos de raza Merina (Delgado et al., 1997), donde con un peso de 4,2 Kg al nacimiento obtuvieron un crecimiento medio hasta los 30 días de vida de 0,241 Kg/día.

Según el sexo, Sofigeroa et al. (1995), en corderos de raza Churra encontraron un crecimiento medio de 209 g/día, partiendo de un peso al nacimiento de 3,99 Kg para los machos y 3,17 Kg para las hembras. La existencia de este dimorfismo sexual al nacimiento no es muy pronunciado, presentando los machos un peso medio de 3,49 Kg frente a 3,38 Kg en las hembras.

A los pesos de sacrificio prefijados se obtuvieron una relación de pesos de la canal fría



y caliente similares a los obtenidos por Guía y Cañeque (1992) con corderos Talaveranos sacrificados a los 42 días de edad y con un peso vivo en matadero de 12,66 Kg, consiguiendo, por tanto, unas pérdidas por ayuno y refrigeración similares.

La existencia de un mayor desarrollo de la grasa omental o epiplóica (Tabla IV.5) en las hembras frente a los machos, queda patente también en corderos lechales de raza Lacha sacrificados a 12 Kg (Horcada, 1996), y en los de la misma raza sacrificados a 11 Kg (Mendizabal, 1994), en que la proporción de grasa omental respecto al peso vivo vacío fue de 0,95% en los machos y 1,14% en las hembras. El conjunto de grasas del digestivo representó en las hembras un 3,22 % con respecto al peso vivo vacío y un 2,88 % en los machos, cantidades muy superiores a lo descrito por Delfa et al. (1991), donde éstos componentes suponen un 1,7% en general para los corderos sacrificados como lechales.

López (1987) en corderos de raza Lacha, encontró que dichos depósitos adiposos representaron un 1,94% en las hembras, mientras que Valls (1980) en corderos de raza Gallega (raza rústica y de pequeño formato) obtuvo unas cantidades mayores, lo que confirma lo descrito por Wood (1982) sobre el control que el tamaño adulto de la raza y el estado de madurez en que se encuentra el cordero, tienen sobre el contenido graso.

Los resultados obtenidos sugieren un engrasamiento muy acusado de éstos corderos, derivado de la alta concentración en materia grasa y en energía de la alimentación láctea recibida, así como una mayor precocidad de las hembras frente a los machos, al ser ésta una grasa de deposición temprana (Butter-Hogg, 1982), estando relacionados los porcentajes de grasa cavitaria con la composición de la leche recibida por los corderos (Wood et al., 1980).

En los corderos de mayor peso de sacrificio se produce una mayor importancia relativa de los proventrículos respecto al peso vivo vacío, lo que indica que en éstas edades, pequeñas diferencias en el peso vivo (2 Kg), ya suponen un aumento en el desarrollo del rumen y del resto de los divertículos gástricos.

Así mismo, existe una mayor importancia del digestivo completo en los corderos de 12 Kg de peso, debido no sólo al mayor desarrollo de los proventrículos sino a una mayor proporción del contenido digestivo y de grasa mesentérica, lo que soportaría la idea de un efecto del inicio del consumo de alimentos sólidos, siendo alimento de volumen que recibían sus madres, como se observó en el contenido ruminal de dichos corderos.

### 3.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA

Los parámetros que determinan el estado de engrasamiento de la canal (Tabla IV.6) se estudiaron considerando el mismo índice de crecimiento de los animales (ganancia media diaria) y sus resultados coinciden básicamente con lo obtenido para las grasas viscerales.

En cuanto al sexo, se observaron diferencias muy acusables en la grasa pelviorrenal, ya sea valorada subjetiva u objetivamente, presentando en ambos casos un mayor desarrollo en las hembras. La evaluación subjetiva mostró valores próximos a 2 en los machos, correspondiendo con una cantidad de grasa normal, donde los riñones están parcialmente cubiertos y, sin embargo, las hembras se situaron en un 2,52, con la presentación ya de acúmulos grasos en forma de racimos y una mayor cobertura de los riñones. López (1987) en corderos de raza Lacha de 11,1 Kg al sacrificio, señalan también diferencias entre sexos para la evaluación subjetiva del estado de engrasamiento, aunque las diferencias son pequeñas (1,8 en los machos y 1,9 en las hembras).

Para la misma raza, Guía y Cañeque (1992) también encontraron diferencias entre sexos en la grasa de riñonada a los 42 días de vida, así como Horcada (1996) en corderos de raza Lacha de 12 Kg de peso, donde los machos presentaron una media de 128,6 g de grasa pelviorrenal total frente a 174,4 g para las hembras. De la misma manera, Mendizabal y Soret (1997) en corderos lechales de raza Lacha, obtuvieron una mayor cantidad de grasa pevicorrenal en las hembras que en los machos (155,2 g vs. 125,1 g), presentando también las hembras un mayor diámetro en los adipocitos (57  $\mu\text{m}$  vs. 50,3  $\mu\text{m}$ ), lo que corresponde a una mayor hipertrofia de dicho depósito.

Las diferencias en el engrasamiento entre sexos sobre todo, están asociadas a la distinta eficiencia de asimilación proteica y a la diferente composición de la ganancia de peso que tienen los machos y las hembras a lo largo del crecimiento (Robelin y Theriez, 1981).

En los parámetros que determinan el engrasamiento de la canal, basados en la grasa subcutánea que presentan, no se alcanzaron diferencias significativas con el sexo, mas que una ligera tendencia creciente ( $P \leq 0,1$ ) en el espesor de grasa dorsal hacia las hembras, cuya medida está en relación con la cantidad de grasa total de la canal (Starke y Joubert, 1961).

En cuanto al peso de sacrificio de los corderos, el mayor engrasamiento de la canal por puntuación en los corderos de 12 Kg, también se corresponde con un mayor espesor

dorsal medio, aunque no de forma significativa, cuyos valores fueron muy similares a los encontrados por Huidobro y Cañeque (1993) en corderos lechales de raza Manchega sacrificados a 15 Kg de peso vivo, donde el espesor de grasa dorsal fue de 2,28 mm. Sin embargo, Aparicio et al. (1986) encontraron un descenso en el desarrollo de la grasa subcutánea en corderos Merinos, de 12 a 14 Kg de peso de sacrificio; mientras que Hernando et al. (1996) en corderos lechales de 9,10 y 11 Kg de peso obtuvieron un espesor dorsal de 1,45; 1,95 y 2,55 mm, respectivamente.

Así mismo, el peso de la grasa pelviorrenal derecha fue superior en los de mayor peso al sacrificio, aunque no como proporción al peso de la media canal derecha, no observándose diferencias en la apreciación visual de dicho depósito. Los valores encontrados fueron similares a los de corderos lechales de la raza Rasa Aragonesa sacrificados a los 32 días con 11,6 Kg de peso vivo, donde el total de grasa pelviorrenal fue de 156 g y el espesor dorsal medio de 2 mm (Arana et al., 1998).

En el color de la grasa (Tabla IV.6.) no hubo diferencias entre sexos para ninguno de los parámetros analizados, observándose con el peso de sacrificio un ligero aumento de la  $L^*$  ( $P \leq 0,1$ ), donde los corderos de 12 Kg obtuvieron un valor de 72,75, siendo una grasa más clara, relacionado con la mayor deposición de grasa en esos corderos, lo que representa una capa grasa más espesa, con una menor presencia de vasos sanguíneos y una menor apariencia del músculo subyacente.

Existe una relación intensa entre el color de la grasa y la alimentación recibida por los corderos, siendo las xantófilas y los carotenos, los principales pigmentos responsables del color amarillento de la misma (Kirton et al., 1975). Dado que la  $L^*$  refleja la luminosidad de la grasa, o mejor expresado, la relación claro/oscuro de la misma, éstos corderos presentaron un color muy luminoso de la grasa, lo que correspondería con corderos lechales que son sacrificados a un peso y una edad reducidos, y cuya única fuente de alimento es la dieta materna, pobre en xantófilas y carotenos (Forrest, 1981). Así mismo, éstos corderos presentaron un valor medio del índice de amarillo ( $b^* = 8,1$ ) aproximadamente doble al del índice de rojo ( $a^* = 4,30$ ), siendo su índice de saturación de 9,24, lo que corresponde a una baja intensidad de color.

Horcada (1996) obtuvo en corderos lechales Lachos, unos valores de  $L^*$  de 66,73 y

un índice de saturación o cromaticidad (IS) de 11,95; correspondiendo con una valoración subjetiva de la grasa de color blanco ligeramente cremoso, no presentando diferencias entre sexos para dichos parámetros.

#### 4.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR

##### 4.1.- Despiece

Las diferencias entre sexos en la proporción de piezas de la media canal izquierda (Tabla IV.7) se evidenciaron principalmente en el costillar, donde las hembras presentaron una mayor proporción que los machos, así como también en el cuello, badal y espalda, pero en éstas piezas fueron los machos los que obtuvieron la mayor proporción. Colomer (1986) obtuvo similares resultados en corderos Lachos, así como López (1987) en la misma raza, presentando en éste último caso sólo el cuello significación estadística, coincidiendo con Benevent (1971) en destacar el carácter sexual secundario de ésta pieza.

El mayor desarrollo del costillar en las hembras, así como de bajos, evidenció la mayor precocidad de éstas en el desarrollo de las piezas adiposas, mientras que las principales piezas musculosas (pierna y espalda), presentaron una mayor proporción en los machos. Esto último se constata también en lechales Churros donde las hembras desarrollaron en mayor medida la zona inferior del tronco (Castrillo, 1979).

Aún así, las hembras Talaveranas presentaron una mayor proporción de piezas de 1ª categoría comercial (63,68%), por la mayor importancia del costillar en las mismas, representando en ellas el costillar un 35,38% respecto a las piezas de 1ª categoría, frente a un 32,98% en los machos. De la misma forma, Guía y Cañequé (1992) en la misma raza obtuvieron una mayor importancia de las piezas de 1ª categoría en las hembras, a los 42 días de edad de las mismas.

Las diferencias en la pieza costillar también se observaron con el incremento de peso al sacrificio ( $P \leq 0,1$ ), alcanzando a los 10 Kg de peso un 21,47% de dicha pieza respecto a la media canal, y a los 12 Kg, éste porcentaje se incrementó hasta un 21,79%, mientras que la pierna y la espalda estuvieron más desarrollados en los corderos de menor peso (aunque no de forma significativa), alcanzando en éstos conjuntamente un 54,29% de la media canal.

Este valor es muy similar a lo encontrado por Huidobro et al (1989) en corderos de la misma raza de 25 Kg de peso de sacrificio, lo que destaca la precocidad en el desarrollo de los miembros distales de éstos corderos.

Aunque Sierra et al. (1992) encontraron valores superiores en corderos de Rasa Aragonesa y en otras razas de importación (Neozelandesas, Británicas, Merino precoz y Lacaune) sacrificados a un peso de canal de 10-12 Kg, donde el costillar obtuvo valores de entre 20,01% y 20,67%, y la pierna de 32,61% a 33,50%, respectivamente. Sin embargo, Delfa et al. (1992) en corderos lechales Churros obtuvieron un 35% de pierna y un 21,9% de espalda. Se destaca, por tanto, que la raza Talaverana es una raza rústica, donde las piezas pierna y espalda presentan coeficientes de alometría inferiores a 1, lo que las confiere una madurez precoz (Guía y Cañeque, 1992).

#### 4.2.- Composición Tissular

Observando la composición tisular del costillar y de la pierna (Tablas V.1 y V.2), nos damos cuenta cómo ésta última presentó una mayor proporción de músculo y de hueso, y menor de grasa que el costillar, constatando lo referido por otros autores en diferentes razas (Bellver et al., 1989; Huidobro y Cañeque, 1994; Tor, 1997).

La importancia del costillar como pieza principalmente adiposa queda patente cuando se observa la composición tisular de la misma, encontrándose una correspondencia de las diferencias observadas entre sexos, en la composición adiposa del costillar con los parámetros de engrasamiento de la canal. Así los mayores efectos del sexo sobre la grasa se observan principalmente en la pieza costillar y en la media canal izquierda, donde las hembras presentan no sólo una mayor cantidad de grasa total, sino que éste incremento se debe a la mayor deposición de grasa subcutánea y renal que se produce en ellas. Al ser la grasa pelviorrenal de madurez precoz dentro de los diferentes depósitos adiposos (Wood et al., 1980), se constata lo encontrado por Guía y Cañeque (1992) en corderos de la misma raza, donde en las hembras los componentes de desarrollo precoz se desarrollan antes y los de desarrollo tardío más tarde que en los machos.

La mayor deposición grasa hace disminuir considerablemente la relación músculo/grasa, observándose valores inferiores a 2 en el costillar y a 3 en la media canal, lo

que supone unos valores más bajos que los indicados por Colomer (1986) en corderos lechales de raza Lacha, donde las hembras presentaron una relación músculo/grasa en la canal de 3,32.

**Tabla V.1.**  
**Composición tisular (%) del costillar, de la pierna y de la media canal izquierda según el efecto del sexo**

	Machos	Hembras	Significación <sup>a</sup>
<b>% Músculo (M)</b>			
M. Costillar	49.24	46.78	*
M. Pierna	59.38	59.58	-
M. ½ Canal	53.90	52.99	-
<b>% Hueso (H)</b>			
H. Costillar	20.04	17.13	***
H. Pierna	22.88	21.48	**
H. ½ Canal	23.45	21.75	***
<b>% Grasa (G)</b>			
- G. Costillar	26.44	32.04	***
subcutánea	9.54	11.39	*
intermuscular	6.84	7.12	-
renal	10.12	13.45	***
- G. Pierna	14.15	15.33	+
subcutánea	6.56	7.62	+
intermuscular	4.79	4.44	-
pélvica	2.80	3.25	-
- G. ½ Canal	18.58	21.44	***
subcutánea	7.20	9.07	***
intermuscular	8.05	7.98	-
pélvica + renal	2.99	4.06	***
<b>Músculo/Hueso</b>			
Costillar	2.50	2.78	*
Pierna	2.60	2.79	**
½ Canal	2.31	2.45	*
<b>Músculo/Grasa</b>			
Costillar	1.95	1.51	***
Pierna	4.43	4.02	-
½ Canal	3.01	2.54	***
<b>G.Subcutánea/G.Intermuscular</b>			
Costillar	1.43	1.82	-
Pierna	1.46	1.72	+
½ Canal	0.91	1.15	***

<sup>a</sup> - (no significativo), + ( $P \leq 0,1$ ), \* ( $P \leq 0,05$ ), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

Como la grasa intermuscular no experimentó ningún cambio con el sexo, ni en las piezas estudiadas ni en la media canal izquierda, se observó una mayor relación de grasa subcutánea/intermuscular en las hembras, lo que confirmaría la idea de que la grasa

intermuscular se deposita de forma parecida entre sexos a los pesos de sacrificio estudiados. Esto coincide con lo descrito por Wood (1990), al destacar el mayor crecimiento del depósito subcutáneo relativo a la canal total que el de la grasa intermuscular.

Teniendo en cuenta que los tres componentes tisulares de la canal están en proporción relativa, un aumento de la grasa determinará una disminución tanto de músculo como de hueso. Sin embargo, en las hembras de nuestro trabajo al aumentar la grasa se produce una disminución de la proporción de hueso, no modificándose la composición del músculo, siendo, por tanto, la tasa de músculo/hueso superior en ellas, alcanzando una tasa de 2,45 para la media canal izquierda.

Las diferencias entre sexos para la proporción de hueso (Tabla V.1.), tanto del costillar, como de la pierna, así como el de la media canal, están en concordancia con lo obtenido para la longitud y el peso del hueso Gran Metacarpiano izquierdo (O. metacarpale III et. IV) (Tabla IV.11), presentando los machos un mayor peso y longitud de dicho hueso que las hembras.

Al ser el hueso metacarpiano (hueso de la caña) un hueso que se desarrolla tempranamente en relación al resto del esqueleto y que posee un crecimiento postnatal como porcentaje del peso al nacimiento menor (Hammond, 1932), las diferencias atribuibles al sexo en dicho hueso se deben principalmente al dimorfismo sexual al nacimiento y a su evolución continua durante la fase de crecimiento temprano.

Así se observa cómo los componentes tisulares y por tanto las relaciones músculo/hueso y músculo/grasa presentan un crecimiento y desarrollo diferentes según las distintas regiones de la canal (Colomer y Espejo, 1973, Butterfield et al., 1983a, Osorio et al., 1994), variando de acuerdo al estado de madurez del individuo y a su sexo, y en menor medida a su raza (Fisher, 1998).

El peso de sacrificio no modificó tan acusadamente como el sexo la composición tisular (Tabla V.2), observándose con el incremento del peso un ligero descenso del porcentaje de hueso y un ligero incremento de la grasa total de la media canal, debida a un mayor acumulo de grasa subcutánea. De la misma manera, Murray y Slecacek (1976) señalan una correlación positiva entre el crecimiento del animal y la deposición de grasa, siendo principalmente debida al mayor acumulo de grasa subcutánea.

**Tabla V.2.**  
**Composición tisular (%) del costillar, de la pierna y de la media canal izquierda según el efecto del peso de sacrificio (10 y 12 Kg)**

	10 Kg	12 Kg	Significación <sup>a</sup>
<b>% Músculo (M)</b>			
M. Costillar	48.23	47.79	-
M. Pierna	59.65	59.31	-
M. ½ Canal	53.86	53.02	-
<b>% Hueso (H)</b>			
H. Costillar	19.35	17.82	+
H. Pierna	22.75	21.62	*
H. ½ Canal	23.21	21.99	*
<b>% Grasa (G)</b>			
- G. Costillar	28.25	30.23	-
subcutánea	9.89	11.04	-
intermuscular	6.73	7.22	-
renal	10.62	11.95	-
- G. Pierna	13.88	15.60	*
subcutánea	6.73	7.45	-
intermuscular	4.40	4.83	-
pélvica	2.74	3.30	-
- G. ½ Canal	19.03	20.99	*
subcutánea	7.47	8.81	*
intermuscular	7.84	8.18	-
pélvica + renal	3.39	3.66	-
<b>Músculo/Hueso</b>			
Costillar	2.55	2.73	-
Pierna	2.63	2.76	-
½ Canal	2.33	2.43	-
<b>Músculo/Grasa</b>			
Costillar	1.80	1.65	-
Pierna	4.47	3.98	+
½ Canal	2.92	2.63	+
<b>G.Subcutánea/G.Intermuscular</b>			
Costillar	1.67	1.58	-
Pierna	1.59	1.60	-
½ Canal	0.98	1.08	-

<sup>a</sup> - (no significativo), + (P ≤ 0,1), \* (P ≤ 0,05), \*\* (P ≤ 0,01), \*\*\* (P ≤ 0,001)

El aumento de grasa total con el peso vivo, coincide con lo señalado por Vezinhet y Prud'hon (1975) en corderos Merinos estudiados entre 9 y 12 Kg de peso vivo, encontrando estos autores una distribución semejante para las grasas subcutánea e intermuscular que las que se señalan en nuestro trabajo.

Sin embargo, Sañudo et al. (1997) en corderos de razas Manchega y Castellana, sacrificados con un mes de edad, encontraron una menor deposición de grasa en la canal, presentando una partición de la misma a favor de la grasa intermuscular, representando la



grasa subcutánea tan sólo un 36,59% de la grasa total de la canal en la raza Castellana y un 34,80% en la Manchega.

El descenso de la proporción de hueso con el peso vivo (Tabla V.2) está en concordancia con el crecimiento y desarrollo del animal, y así en la especie ovina la relación músculo/hueso de la canal varía entre 2:1 (al nacimiento), 3:1 (al 10% de madurez) y 4:1 (al 60% de madurez) (Butterfield, 1988). En los pesos estudiados se sigue esta tendencia considerando que son animales lechales cuya relación músculo/hueso en la canal es de 2,38; siendo algo inferior a lo encontrado por García Díez (1989) donde en corderos Churros de 9 Kg de peso vivo obtuvo una relación de 3:1.

Con el aumento de peso de sacrificio se aumentó principalmente el peso del hueso aunque apenas varió su longitud, evidenciándose, sin embargo, un menor porcentaje de hueso en la canal, por ser el tejido óseo un componente de la canal que se desarrolla de forma temprana (Butterfield, 1988).

Sin embargo, el músculo al presentar un desarrollo más tardío que el hueso, a los pesos de sacrificio estudiados no se observaron diferencias en su porcentaje total en la canal. Así, por tanto, el peso del músculo *Longissimus dorsi* como el *Semitendinosus* (Tabla IV. 11) experimentaron un aumento en los corderos de 12 Kg de peso comparado con los de 10 Kg, mientras que cuando el músculo *Longissimus dorsi* se consideró en relación al peso de la media canal derecha, éste fue superior en los corderos sacrificados a un menor peso.

#### 4.3.- Correlaciones y Ecuaciones de Predicción

Tras la disección del costillar y de la pierna, y obtenida también la composición tisular de la canal, se determinaron las correlaciones entre los diferentes componentes de las mismas, así como las ecuaciones de predicción para dichos componentes.

En los parámetros relacionados con la grasa pelviorrenal (Tabla V.3) se observa cómo la cantidad de grasa pelviorrenal total de la canal estuvo altamente correlacionada con la grasa del costillar ( $r = 0,83$ ), debido principalmente a la grasa renal, que forma parte del costillar, y que individualmente ya presenta una alta correlación ( $r = 0,97$ ). Mientras que la grasa de la pierna o la pélvica existente en dicha pieza, obtuvieron menores correlaciones ( $r = 0,67$  y  $0,63$ ; respectivamente).

Esto nos induce a pensar que la clasificación de la grasa pelviorrenal de forma subjetiva, está valorando principalmente el recubrimiento graso de los riñones, como se demuestra mirando como la grasa pelviorrenal evaluada visualmente obtiene, en general, una baja correlación con la grasa pélvica de la pierna ( $r = 0,49$ ), mientras que con la grasa renal del costillar se obtuvo una mejor correlación, así como con la grasa pelviorrenal total de la canal ( $r = 0,62$  y  $0,64$ , respectivamente). Así mismo, la grasa pelviorrenal total estuvo altamente correlacionada con la grasa total de la canal, explicando un 73% de la variación de ésta, valor superior al encontrado por Boccard y Dumont (1960a) cuya correlación se situó en un 64%. Geenty et al. (1979) también han observado el carácter predictor del peso de la grasa renal respecto a la cantidad de grasa de la canal.

**Tabla V.3.**  
**Correlaciones entre los parámetros relacionados con la grasa pelviorrenal**

	<i>G pélvica</i>	<i>G pierna</i>	<i>G renal</i>	<i>G costillar</i>	<i>G total</i>	<i>P canal</i>	<i>Gpr total</i>	<i>Gpr drch</i>	<i>Gpr visual</i>
<i>G pélvica</i> <sup>1</sup>	-	0.4888	0.4882	0.4540	0.4841	0.4588	0.6310	0.4400	0.4946
<i>G pierna</i>		-	0.6549	0.8670	0.9445	0.8181	0.6679	0.6004	0.3996
<i>G renal</i>			-	0.8527	0.7398	0.5721	0.9663	0.9211	0.6160
<i>G costillar</i>				-	0.9484	0.7538	0.8298	0.7807	0.4822
<i>G total</i>					-	0.8429	0.7323	0.6623	0.4328
<i>P canal</i> <sup>2</sup>						-	0.5765	0.4950	0.2674
<i>Gpr total</i> <sup>3</sup>							-	0.9587	0.6435
<i>Gpr drch</i> <sup>4</sup>								-	0.5816
<i>Gpr visual</i> <sup>5</sup>									-

<sup>1</sup> G = Grasa, <sup>2</sup> P = Peso, <sup>3</sup> Gpr = Grasa pelviorrenal, <sup>4</sup> drch = derecha, <sup>5</sup> visual = grasa pelviorrenal por puntuación

### *Grasa Total*

Cuando se consideran los parámetros relacionados con la grasa total de la canal (Tabla V.4), se observa que tanto la grasa total de la pierna como la del costillar, presentaron unas altas correlaciones con la misma ( $r = 0,95$ ), lo que nos induce a pensar que son piezas que predicen bien la composición tisular, como ya se había demostrado en trabajos precedentes con la misma raza (Guía y Cañeque, 1992). Así mismo, observamos como el peso de la canal está muy bien correlacionado con la composición grasa total de la canal ( $r = 0,84$ ). Snowden

et al.(1994) obtuvieron en diferentes razas ovinas, que el peso de sacrificio estuvo positivamente correlacionado con las medidas de engrasamiento, incluyendo el porcentaje de grasa pelviorrenal ( $r = 0,57$ ), espesor dorsal ( $r = 0,82$ ) y grasa extractable ( $r = 0,63$ ).

**Tabla V.4.**  
**Correlaciones entre los parámetros relacionados con la grasa total de la canal**

	<i>Spier</i>	<i>I pier.</i>	<i>G pier.</i>	<i>S cos.</i>	<i>I cos.</i>	<i>G cos.</i>	<i>S total</i>	<i>I total</i>	<i>G total</i>	<i>MG tot</i>	<i>S/I tot</i>	<i>Pcanal</i>	<i>Dorsal</i>	<i>Visua</i>
<i>S pier.</i>	-	0.439	0.889	0.738	0.816	0.839	0.850	0.745	0.869	-0.75	0.362	0.714	0.613	0.655
<i>I pier.</i>		-	0.695	0.501	0.453	0.448	0.457	0.732	0.583	-0.54	-0.12	0.544	0.408	0.564
<i>G pier.</i>			-	0.778	0.818	0.867	0.855	0.857	0.945	-0.82	0.251	0.818	0.579	0.726
<i>S cost.</i>				-	0.624	0.887	0.851	0.735	0.867	-0.80	0.380	0.704	0.776	0.716
<i>I cost.</i>					-	0.812	0.776	0.733	0.832	-0.78	0.302	0.660	0.519	0.612
<i>G cost.</i>						-	0.902	0.731	0.948	-0.86	0.453	0.754	0.673	0.679
<i>S Total</i>							-	0.655	0.948	-0.81	0.642	0.740	0.679	0.706
<i>I Total</i>								-	0.846	-0.75	-0.14	0.789	0.511	0.777
<i>Gtotal</i>									-	-0.87	0.373	0.843	0.636	0.780
<i>MG tot</i>										-	-0.32	-0.53	-0.60	-0.73
<i>S/I tot</i>											-	0.180	0.357	0.153
<i>Pcanal</i>												-	0.448	0.709
<i>Dorsal</i>													-	0.487
<i>Visual</i>														-

S (subcutánea), I (intermuscular), G (grasa total de la pieza), MG (relación músculo/grasa)

Al observar las correlaciones del espesor de la grasa dorsal, observamos que no sólo está bien correlacionado con la grasa subcutánea del costillar ( $r = 0,78$ ), como cabría esperar, sino que también presenta unas correlaciones aceptables no sólo con la cantidad de grasa subcutánea total ( $r = 0,68$ ), sino con la de grasa total de la canal ( $r = 0,64$ ).

Mientras que para el engrasamiento, observado de forma visual mediante patrones fotográficos, se observan mejores correlaciones, no sólo para la cantidad de grasa subcutánea total ( $r = 0,71$ ), sino también para la intermuscular total ( $r = 0,78$ ), y además se explica un 61% de la variación encontrada en la grasa total de la canal (coeficiente de correlación,  $r^2 = 0,61$ ).

Por otra parte, esta valoración visual también estaría bien y positivamente

correlacionada con el peso de la canal ( $r = 0,71$ ), mientras que con la relación músculo/grasa de la canal la correlación es alta pero negativa ( $r = -0,73$ ). Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Huidobro y Cañeque (1994) para corderos Manchegos de distintos pesos entre los que se encuentra el lechal.

A la hora de predecir la composición de la cantidad de grasa total de la canal (Tabla V.5) se observó como las dos medidas subjetivas, engrasamiento de la canal y grasa pelvico renal consideradas conjuntamente, ya daban un buen coeficiente de determinación ( $r^2 = 71,11$ ), mientras que al introducir el peso de la canal se superaba, obteniendo una mayor precisión ( $r^2 = 83,08$  y  $ES = 63,64$ ), lo que no representa ningún problema práctico puesto que es una medida que se toma de forma usual en el matadero. Kempter et al. (1976a) y Kirton et al. (1992) determinaron que la valoración subjetiva del engrasamiento de las canales de cordero son más precisas a la hora de predecir la composición tisular de la canal que las medidas objetivas.

De la misma manera que lo encontrado en nuestras ecuaciones, Timon y Richard (1965) comprobaron que al añadir medidas del espesor de grasa al peso de la canal fría aumentaba la precisión de la predicción de la composición de la canal. Conclusión a la que también llegaron Kirton y Johnson (1979) y Delfa et al. (1996).

**Tabla V.5.**  
**Ecuaciones de Predicción de la grasa total de la canal a través de parámetros de engrasamiento**

$GT = -119,02 + 86,51 \times gprvisual + 252,98 \times \text{engrasamiento}$	$r^2 = 71,11$	$ES = 82,16$
$GT = -371,77 + 0,12 \times pcanal + 126,62 \times \text{engrasamiento}$	$r^2 = 77,72$	$ES = 72,16$
$GT = -359,81 + 0,15 \times pcanal + 43,18 \times \text{espesor}$	$r^2 = 79,36$	$ES = 69,43$
$GT = -324,16 + 0,11 \times pcanal + 35,36 \times \text{espesor} + 95,58 \times \text{engrasamiento}$	$r^2 = 82,89$	$ES = 63,99$
$GT = -436,97 + 0,11 \times pcanal + 64,17 \times gprvisual + 113,59 \times \text{engrasamiento}$	$r^2 = 83,08$	$ES = 63,64$

Para la predicción de la cantidad de grasa total de la canal mediante la disección (Tabla V.6), se observó como la composición tisular del costillar junto con el peso de la canal ( $r^2 = 94,68$ ) es mejor predictora que la composición tisular de la pierna ( $r^2 = 92,63$ ), aunque las dos demostraron ser piezas que predicen con bastante precisión la grasa existente en la canal.

**Tabla V.6.**  
**Ecuaciones de Predicción de la grasa total de la canal a través de los componentes tisulares de las piezas**

GT = - 26,37 + 0,37 x MT pierna + 3,47 x GT pierna - 0,54 x HT pierna	$r^2 = 90,27$ ES = 48,27
GT = 28,12 + 0,49 x MT costillar + 2,28 x GT costillar - 0,005 x HT costillar	$r^2 = 90,79$ ES = 46,94
GT = - 52,96 + 0,15 x pcanal - 0,55 MT pierna - 1,15 HT pierna + 2,36 GT pierna	$r^2 = 92,63$ ES = 42,53
GT = - 97,76 + 0,10 x pcanal - 0,55 MT costillar - 0,65 HT costillar + 1,91 GT costillar	$r^2 = 94,68$ ES = 36,12

Cuando se trata de predecir el % de grasa total de la canal (Tabla V.7), así mismo, el costillar fue superior a la pierna, obteniéndose la mejor predicción con la grasa intermuscular, renal y total del costillar y no produciéndose una mejora muy acusable al introducir la grasa intermuscular en la ecuación (de  $r^2 = 88,96$  a  $89,09$ ), por el poco efecto de éste depósito adiposo en éstos corderos.

**Tabla V.7.**  
**Ecuaciones de Predicción del % de grasa total de la canal a partir del % de los diferentes depósitos grasos de las piezas pierna y costillar**

% GT = 3,81 + 1,27 x % GT pierna - 0,53 x % GI pierna	$r^2 = 84,88$ ES = 1,40
% GT = 3,60 + 0,66 x % GT costillar - 0,26 x % GR costillar	$r^2 = 88,96$ ES = 1,19
% GT = 3,49 + 0,64 x % GT costillar + 0,09 x % GI costillar - 0,23 x % GR costillar	$r^2 = 89,09$ ES = 1,20

### *Músculo Total*

En cuanto a los parámetros relacionados con el músculo (Tabla V.8), observamos como la pierna está mejor correlacionada con la composición en músculo ( $r = 0,97$ ) que el costillar ( $r = 0,85$ ), presentando ambas piezas buenas correlaciones ( $P \leq 0,001$ ). Esto se correspondería con la relación músculo/grasa de cada una de las piezas, ya que esta relación es muy superior en la pierna (4,23) que en el costillar (1,73) (Tablas V.1 y V.2).

El peso del músculo *Longissimus dorsi* resultó estar bien correlacionado con la cantidad de músculo total de la canal ( $r = 0,73$ ), y no tanto el músculo *Semitendinosus* ( $r = 0,69$ ).

**Tabla V.8.**  
**Correlaciones entre los parámetros relacionados con el Músculo (g)**

	<i>Músculo costillar</i>	<i>Músculo pierna</i>	<i>Músculo Total</i>	<i>Músculo Longissimus</i>	<i>Músculo Semitendinosus</i>
<i>Músculo costillar</i>	-	0.7854***	0.8541***	0.7428***	0.6171***
<i>Músculo pierna</i>		-	0.9671***	0.7277***	0.6892***
<i>Músculo Total</i>			-	0.7343***	0.6939***
<i>M Longissimus</i>				-	0.5262***
<i>M Semitendinosus</i>					-

Cuando observamos las ecuaciones de predicción de la cantidad de músculo total de la canal (Tabla V.9), vemos como el peso de la canal por sí sólo obtiene una alta precisión ( $r^2 = 87,17$ ), siendo aumentada hasta un  $r^2 = 90,99$  cuando le añadimos el espesor de la grasa dorsal y el engrasamiento subjetivo de la canal.

**Tabla V.9**  
**Ecuaciones de Predicción del músculo total de la canal a través de parámetros de engrasamiento**

MT = 178,41 + 0,23 x pcanal	$r^2 = 87,17$ ES = 63,52
MT = 133,60 + 0,27 x pcanal - 86,09 x engrasamiento	$r^2 = 89,41$ ES = 58,40
MT = 127,34 + 0,25 x pcanal - 28,32 x espesor	$r^2 = 89,77$ ES = 57,41
MT = 102,74 + 0,27 x pcanal - 22,92 x espesor - 65,97 x engrasamiento	$r^2 = 90,99$ ES = 54,53

Con la disección (Tabla V.10) se obtuvieron unas altas correlaciones tanto con el costillar como con la pierna, cuando se añadieron al peso de la media canal izquierda ( $r^2 = 95,94$  y  $97,38$  respectivamente).

**Tabal V.10.**  
**Ecuaciones de Predicción del músculo total de la canal a través de los componentes tisulares de las piezas**

MT = -16,64 + 0,53 x pmci + 1,08 x MT costillar - 0,87 x HT costillar - 1,27 x GT costillar	$r^2 = 95,94$ ES = 37,05
MT = -34,28 + 0,41 x pmci + 1,14 x MT pierna - 0,53 x HT pierna - 1,32 x GT pierna	$r^2 = 97,38$ ES = 29,79

Para la proporción del músculo total de la canal (Tabla V.11), los valores obtenidos

fueron de 74,57 para la proporción de componentes tisulares del costillar y de 79,21 para la pierna. Por tanto, es inferior la precisión de la proporción de músculo total de la canal que el de su cantidad mediante la realización de la disección.

**Tabla V.11.**  
**Ecuaciones de Predicción del % de músculo total de la canal a través del % de los componentes tisulares de las piezas pierna y costillar**

% MT = 42,84 + 0,30 x % MT costillar - 0,26 x % GT costillar + 0,29 x % GR costillar	$r^2 = 74,57$ ES = 1,20
% MT = 23,32 + 0,58 x % MT pierna - 0,32 x % GT pierna	$r^2 = 79,21$ ES = 1,07

### Hueso Total

Para los parámetros analizados relacionados con el hueso total de la canal (Tabla V.12) se observó como la cantidad de hueso de la pierna está mejor correlacionado con el hueso del costillar (0,92 vs. 0,75). El hueso Gran Metacarpiano obtuvo mejores correlaciones con la cantidad de hueso total de la canal cuando se considera su peso ( $r = 0,69$ ) que cuando se consideró su longitud ( $r = 0,47$ ), aunque ninguno fue muy alto. Así mismo, López (1987) obtiene en corderos lechales de raza Lacha una mejor predicción del hueso total de la canal con el peso del hueso metacarpiano ( $r^2 = 47,45$ ) que con la longitud de dicho hueso ( $r^2 = 20,91$ ), no siendo significativa ésta última.

**Tabla V.12.**  
**Correlaciones entre los parámetros relacionados con el Hueso (g)**

	Hueso Costillar	Hueso Pierna	Hueso Total	Longitud Hueso Metacarpiano	Peso Hueso Metacarpiano
Hueso Costillar	-	0.5866***	0.7514***	0.2910 <sup>ns</sup>	0.4893***
Hueso Pierna		-	0.9246***	0.4452**	0.6831***
Hueso Total			-	0.4675**	0.6912***
Longitud H. Metacarpiano				-	0.6407***
Peso H. Metacarpiano					-

ns (no significativo), \*\* ( $P \leq 0,01$ ), \*\*\* ( $P \leq 0,001$ )

Si observamos las ecuaciones de predicción (Tabla V.13) se observa que el contenido de hueso de la pierna, junto con el peso y la longitud del hueso metacarpiano obtienen una alta

correlación con la cantidad total de hueso de la canal ( $r^2 = 86,22$ ). Siendo Pálsson (1939) quien observó que el hueso Gran Metacarpiano izquierdo evoluciona en el mismo sentido que el conjunto del esqueleto ( $r = 0,94$ ).

**Tabla V.13**  
**Ecuaciones de Predicción del hueso total de la canal a través de medidas en el hueso metacarpiano**

HT = 200,41 + 16,68 peso metacarpiano	$r^2 = 47,77$ ES = 51,84
HT = - 12,84 + 2,49 HT pierna + 2,23 peso metacarpiano + 0,48 long. metacarpiano	$r^2 = 86,22$ ES = 27,28

Para la proporción del hueso total de la canal (Tabla V.14), se observó claramente que los componentes tisulares de la pierna son francamente mejor predictores de éste tejido que los del costillar ( $r^2 = 68,91$  vs. 80,10).

**Tabla V.14.**  
**Ecuaciones de Predicción del % de hueso total en la canal a través de los componentes tisulares de las piezas pierna y costillar**

% HT = - 2,42 + 0,18 x % MT costillar + 0,64 x %HT costillar + 0,15 x % GT costillar	$r^2 = 68,91$ ES = 1,02
% HT = 38,68 - 0,37 x % MT pierna + 0,55 x % HT pierna - 0,41 x % GT pierna	$r^2 = 80,10$ ES = 0,82

## 5.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS

### 5.1.- Extracción de los lípidos

El contenido de grasa extraída químicamente varió considerablemente dentro de los diferentes depósitos adiposos (Tabla IV.11), así el subcutáneo es el que obtuvo el mayor porcentaje de grasa química, seguido del pelviorrenal y posteriormente el depósito intermuscular, contando el depósito intramuscular con un 3,38% de grasa química. Esto coincide con Tor (1997), en que el depósito intermuscular fue el que menor porcentaje de grasa química presentó, obteniendo el mayor contenido en lípidos en el cavitario (haciendo referencia al depósito pelviorrenal), seguido del visceral y subcutáneo en igual cantidad.

Según Wood (1990), el contenido lipídico de la grasa está afectado fundamentalmente por el estado de engrasamiento del animal, aunque no afecta del mismo modo a los diferentes



depósitos adiposos. Así el contenido lipídico de la grasa intermuscular es sustancialmente más bajo que el de la grasa subcutánea, particularmente a bajos niveles de engrasamiento de la canal (como es el caso de nuestros corderos), siendo el de la grasa intramuscular el que menos se ve afectado según el grado de engrasamiento. Por tanto en las canales más engrasadas, el tejido subcutáneo contribuye en mayor proporción al extracto etéreo total (Field et al., 1985).

Dentro de la grasa subcutánea, el depósito lipídico localizado en el costillar fue muy superior al de la pierna ( $P \leq 0,001$ ), mientras que las diferencias entre localizaciones se atenuaron para la grasa intermuscular, no siendo significativas, poniendo de manifiesto el mayor contenido graso de la pieza costillar frente a la pierna. De la misma manera, Tor (1997) encontró que la pieza con mayor proporción de grasa química en el tejido subcutáneo era el Costillar, mientras que la de menor contenido graso en tejido intermuscular era la pierna.

Para la grasa intramuscular, no se observaron diferencias con la localización del depósito adiposo, aunque el m. *Longissimus dorsi* (costillar) presentó un 3,31% de grasa química, mientras que el m. *Cuadriceps femoris* (pierna) presentó un 3,45%.

Ni el sexo ni el peso de sacrificio presentaron efectos significativos sobre el porcentaje de grasa química de ninguno de los depósitos estudiados, siendo para la grasa intramuscular superior el porcentaje de grasa en las hembras y en los corderos sacrificados a los 12 Kg de peso, mientras que para la grasa subcutánea fue a la inversa, presentando las grasas intermuscular y pelviorrenal interacciones cualitativas entre dichos factores.

Thomson et al. (1979b) observaron cómo un incremento en el peso se asociaba con una mayor proporción de grasa en el depósito intermuscular, aunque también en el subcutáneo, siendo probablemente debido al mayor engrasamiento que conlleva el aumento de peso.

Así mismo, Horcada et al. (1993) en corderos Lachos de 12 Kg de peso, obtuvo un mayor porcentaje de grasa química intramuscular en el m. *Longissimus dorsi* de las hembras (2,73%) que de los machos (1,87%).

## 5.2.- Composición en ácidos grasos

Los ácidos grasos de los diferentes depósitos adiposos de ésta memoria (Tablas IV.12 – IV.19) muestran una composición elevada de ácidos grasos de cadena corta (C 12:0 y C

14:0), así como de ácido palmítico (C 16:0), lo que implicaría una deposición correspondiente a corderos lechales, afectada fundamentalmente por la composición de la leche materna (Tablas IV.2 y IV.3), pues a los pesos de sacrificio estudiados la capacidad ruminal es limitada (García y Coll, 1976).

Entre los depósitos, el subcutáneo (Tablas IV.12 y IV.13) destacó por contener la mayor proporción de ácidos grasos saturados (SFA) y la menor de insaturados y polinsaturados (UFA y PUFA), presentando así mismo el menor valor nutritivo y de ácidos grasos deseables (C 18:0 + insaturados totales; Huerta-Leindez et al., 1991). Los depósitos intermuscular (Tablas IV.14 y IV.15) y pelvicorrenal (Tablas IV.18 y IV.19) presentaron unas características similares e intermedias, mientras que la grasa intramuscular (Tablas IV.16 y IV.17) obtuvo la mejor proporción de insaturados totales (TUFA), de valor nutritivo y de ácidos grasos deseables. Potchoiba et al. (1990) en cabritos lactantes, obtuvieron una relación PUFA/SFA de 0,06 y 0,2 en las grasas subcutánea e intramuscular (*Longissimus dorsi*), respectivamente, siendo similar a lo obtenido en nuestros corderos con un 0,07 y 0,28 en ambas grasas respectivamente.

Está ampliamente establecido que los ácidos grasos saturados (SFA), excepto el esteárico (Bonanome y Grundy, 1988) tienden a incrementar los niveles de LDL-colesterol, así como el colesterol total, mientras que los ácidos grasos polinsaturados (PUFA), decrecen dichos niveles en plasma (Grundy, 1987; Gurr et al., 1989; Mensink y Katan, 1992; Hegsted et al., 1993; Yu et al., 1995). Por tanto, se estableció el índice PUFA/SFA para calcular el factor de riesgo de los alimentos en el incremento del colesterol sanguíneo, pero éste índice no diferencia entre los efectos variables de los diferentes ácidos grasos saturados (palmítico vs. esteárico) (Bonanome y Grundy, 1988), ni diferencia entre los diversos efectos fisiológicos de los PUFA de las familias n-6 y n-3 (Lands, 1987; Kinsella, 1988). Así el índice PUFA n-6: n-3 se usa generalmente para indicar las actividades relativas de los ácidos grasos en la aterosclerosis (Sanders, 1988; Carleton et al., 1991), pero también tiene una importancia similar con respecto al sistema inmune, el cual es activado por los productos n-3 y desensibilizado por los productos n-6 (Enser, 1988).

Así mismo, diferencias en la composición entre los lípidos perinefríticos, subcutáneos y musculares han sido observados para los ácidos grasos de cadena larga (Kemp et al., 1981;

Brennand y Lindsay, 1992) y considerando las implicaciones nutricionales se podría afirmar que las grasas estudiadas en ésta memoria presentan grandes diferencias en cuanto a su composición de ácidos grasos, siendo preferible la de los depósitos intramusculares.

El sexo afectó principalmente a los ácidos grasos de las grasas intermuscular e intramuscular, no observándose apenas diferencias para la grasa subcutánea ni la pelviorrenal, al igual que lo observado por Zygoiannis et al. (1985) en corderos lactantes sacrificados a las 6 semanas de edad, donde en las grasas subcutánea y pelviorrenal no encontraron diferencias con el sexo, mientras que Jacobs (1970) y Tichenor et al. (1970) en animales maduros observaron la influencia del sexo en la composición de los ácidos grasos de los distintos depósitos. Por otra parte, Kemp et al. (1981), encontraron diferencias entre sexos más acusadas en la composición en ácidos grasos del depósito subcutáneo que en el intramuscular.

Para el depósito intermuscular, las hembras presentaron una mayor proporción de ácido oleico (C 18:1) y linoleico (C 18:2), observándose una composición similar entre sexos para el total de ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Esto coincide con Chasco et al. (1995), ya que las hembras lechales de raza Latxa, presentaron una mayor proporción de ácidos grasos insaturados que los machos, aunque éstos presentaron una mayor proporción de ácidos grasos deseables.

Con respecto al sexo de los corderos se puede afirmar que las únicas diferencias existen en la grasa intermuscular a favor de las hembras, que presentan una grasa algo más saludable, no evidenciándose apenas diferencias para el resto de los depósitos adiposos, lo que sugiere que a efectos del consumidor no existen diferencias entre sexos en lo referente a la calidad, puesto que se consumen todas las grasas indistintamente (excepto la pelviorrenal), aunque si en cuanto a la cantidad, puesto que las hembras presentan una mayor proporción de grasa.

El peso de sacrificio sobre todo influyó en los ácidos grasos del depósito subcutáneo, presentando los de menor peso una mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados (UFA) debido principalmente al incremento en ácido oleico (C 18:1) que se obtuvo en ellos, sin embargo, los ácidos grasos polinsaturados (PUFA) fueron superiores en los corderos sacrificados a los 12 Kg, presentando así mismo éstos corderos una mayor relación

PUFA/SFA. Lo que parece estar relacionado con el aumento en los ácidos grasos polinsaturados de la leche con el progreso de la lactación, y especialmente al final de la misma.

Estos resultados están en concordancia con lo descrito por Hecker et al. (1975) en cuanto a que la insaturación de los depósitos aumenta con la edad y con la adiposidad del animal, ya que los corderos sacrificados a los 12 Kg presentan una mayor proporción de grasa total y principalmente subcutánea cuando se compara con los de 10 Kg de peso. Así mismo el valor nutritivo (C 18:2 + C 18:3/ C 16:0) de la grasa subcutánea fue superior en los corderos de 12 Kg de peso (0,13), mientras que el de la grasa intramuscular fue superior en los corderos sacrificados a un menor peso (0,28).

En la grasa pelviorrenal, la mayor cantidad de ácidos grasos de cadena impar en los corderos sacrificados con 12 Kg, sugiere una mayor producción de ácido propiónico que da lugar a ácidos grasos de cadena impar en el rumen (Duncan y Gartón, 1978; Sauvant et al., 1979), confirmando el mayor desarrollo de dicho divertículo gástrico en los animales de 12 Kg de peso frente a los de 10 Kg, puesto que son ácidos grasos que se producen *de novo* en los procesos fermentativos del rumen.

La localización del depósito adiposo afectó principalmente a los ácidos grasos de la grasa subcutánea, no modificándose apenas los de la intermuscular y presentando ligeras diferencias los de la intramuscular. La mayor proporción de PUFA y, por tanto, de PUFA/SFA encontrada en la grasa subcutánea de la pierna frente al costillar refrendaría la idea de que aunque el costillar presenta una mayor proporción de grasa total y sobre todo de grasa subcutánea, ésta es una grasa más saturada que la pierna y con peor calidad nutritiva (0,09 vs. 0,13). Así mismo, la grasa intramuscular de la pierna (m. *Cuadriceps femoris*), presentó una mayor proporción de PUFA y de PUFA/SFA, en concordancia con el mayor % de grasa química encontrada en dicha pieza, coincidiendo con Tor (1997) en la mayor proporción de ácido linoleico (C 18:2) que presenta la pierna frente al costillar. Mientras que, Thorkelsson et al. (1996) observaron cómo con el incremento del contenido en lípidos del m. Longissimus dorsi, disminuía el % de PUFA y de ácidos grasos n-3, mientras que la % de monoinsaturados se incrementaba.

### 5.3.- Fraccionamiento lipídico

Los diferentes depósitos adiposos analizados presentaron un fraccionamiento lipídico diferente. La grasa subcutánea (Tabla IV.20) presentó mayor proporción de triglicéridos (TG) y menor de fosfolípidos (PL) y colesterol (COL) comparada con la intermuscular (Tabla IV.21), obteniendo la intramuscular (Tabla IV.22) una composición bien distinta a las anteriores, debido a la alta cantidad de PL y COL de que se compone.

El contenido en PL de las grasas subcutánea e intermuscular fue relativamente alto (1,9% y 2,89%, respectivamente) como destacan Body (1988) señalando que los PL pasan de 6,9% a 0,4% desde los 80 días prenatales a los 150 días postnatales. Esto parece reflejar la elevada proporción en tejidos de membrana en relación a la grasa de almacenamiento (Cassens y Cooper, 1971), como corresponde a animales todavía inmaduros (Gemmell et al., 1972). Y por el mismo motivo, los TG fueron relativamente bajos (91,57% y 88,22%) en las grasas subcutánea e intermuscular, respectivamente. Sin embargo, cuando observamos la proporción de ácidos grasos libres (AGL), la grasa intermuscular presentó una proporción muy alta (3,6%), al igual que la subcutánea (2,72%), lo que parece indicar la existencia de alguna hidrólisis de los lípidos dentro del tejido previo al análisis, aún con la presencia de BHT (Butil hidroxi tolueno) como antioxidante. Esto mismo ha sido referido por (Noble et al., 1971) en corderos recién nacidos donde la grasa perirrenal obtuvo un 2,8% de AGL. En ambos depósitos, ésta proporción fue superior en la grasa de la pierna que en el costillar.

Respecto a la grasa intramuscular, los PL comprenden entre 0,5 - 1% del peso seco del músculo. Como componentes estructurales, su concentración en los tejidos es relativamente constante, aunque varían con el tipo metabólico del músculo (Gandemer, 1998). Los PL están en mayor proporción en los músculos oxidativos que en los glucolíticos, debido al mayor contenido en mitocondrias y, por tanto, de PL en las fibras oxidativas rojas que en las glucolíticas blancas (Cassens y Cooper, 1971). Esto explicaría porqué el músculo *Longissimus dorsi* (costillar), de fibras relativamente blancas, presenta una proporción inferior de ácidos grasos PUFA, puesto que los PL se caracterizan por una alta proporción de PUFA como ácido linoleico (C 18:2) y de cadena larga, como ácido araquidónico (C 20:4) y como ácidos grasos de 22C (22:4 n-6; 22:5 n-3 y 22:6 n-3) (Gandemer, 1997 y Gandemer et al., 1997).

El colesterol presenta en la grasa intramuscular del músculo *Cuadriceps femoris*

(pierna) una cantidad de 51 mg/100 g de tejido fresco, mientras que en el *Longissimus dorsi* es de 40 mg/100 g. Según Hoelscher et al. (1988), en el tejido muscular el 60-80% del colesterol total se encuentra en los componentes de membrana, mientras que en el componente de almacenamiento (tejido adiposo) sólo se encuentra un 20-40% del mismo.

Así mismo, la cantidad de AGL fue alta en la grasa intramuscular (2,28%), puesto que inmediatamente después de la muerte la cantidad de AGL siempre es baja, pero se incrementa lentamente durante el almacenamiento hasta alcanzar el 1% en 5 - 7 días (Valin et al., 1975; Currie y Wolfe, 1977).

---

**EXPERIENCIA 2ª: SISTEMA DE CRIANZA POR ALIMENTO CONCENTRADO**

---

**1.- CRECIMIENTO Y SACRIFICIO DE LOS ANIMALES**

El peso al nacimiento (Tabla IV.24) fue de 3,83 Kg de media, siendo muy similar al observado por Cañeque et al. (1998) en la misma raza. Los corderos alcanzaron el peso de sacrificio prefijado (14 Kg) a una edad media de 36,35 días, con una ganancia media diaria de 282 g/día. Este crecimiento podemos considerarlo como elevado en ésta raza, aunque hay que tener en cuenta que se trataba de corderos machos simples, y que tanto ellos (los criados en el campo) como sus madres tuvieron una alta disponibilidad de pasto.

En corderos Alcarreño-Manchegos se alcanzaron 13-16 Kg de peso a una edad de 38 días (Pérez et al., 1995), y en corderos de raza Merina, los corderos alcanzaron 11,5 Kg a los 30 días, presentando un crecimiento medio de 241 g/día (Delgado et al., 1997). En ésta experiencia, no existieron diferencias atribuibles al sistema de crianza, ni al consumo de alimento concentrado sobre dicha ganancia diaria, al igual que en corderos lechales de las razas Colmenareña y Rubia del Molar (de la Fuente et al., 1998), donde el sistema de alimentación (lactancia natural o artificial) no presentó diferencias en el peso corporal en el intervalo desde el nacimiento hasta el sacrificio (30 días).

También se ha observado (Grennan, 1990), que no existen problemas en el crecimiento de los corderos hasta el destete en base a pasto, aunque éste no sea de buena calidad. Prache et al. (1990) obtuvo en corderos lechales una interacción significativa entre el nivel de disponibilidad de hierba y la suplementación con concentrado, sobre el índice de crecimiento de los corderos. Con bajo nivel de disponibilidad de pasto, la suplementación incrementó significativamente el índice de crecimiento de los corderos, pero no tuvo efecto a una alta disponibilidad de pasto.

Se obtuvieron unos valores medios de peso de la canal caliente de 7,450 Kg y de peso de la canal fría de 7,219 Kg, siendo similares a los encontrados para la raza (Guía, 1990).

El mayor desarrollo del digestivo completo de los corderos criados en el aprisco frente a los del campo (Tabla IV.25) se debió a su mayor proporción de contenido digestivo, así como de las grasas asociadas al mismo, tanto la omental como la mesentérica, no observándose diferencias en el desarrollo del estómago ni de intestinos. Los corderos que

permanecieron en el aprisco presentaron un 2,81% en las grasas del digestivo, mientras que en los que estuvieron en el campo, éstas representaron un 2,26% respecto al peso vivo vacío. Vergara et al. (1993) en corderos de raza Manchega de un mayor peso de sacrificio, obtuvieron un 2,8% de media conjuntamente en las grasas omental y mesentérica.

Lo encontrado en nuestra experiencia nos demuestra que se trata de una raza rústica, con una alimentación láctea muy energética y que según Wood et al. (1980), las razas precoces, como lo son las razas rústicas, presentan unos altos porcentajes de grasa visceral.

Sobre los componentes del tracto digestivo, el sistema de alimentación, únicamente mostró diferencias en el % de intestinos, estando lógicamente más desarrollado en los corderos que consumieron pienso que en los que únicamente se alimentaron de leche materna.

## 2.- ENGRASAMIENTO DE LA CANAL Y COLOR DE LA GRASA

El mayor engrasamiento de la canal (Tabla IV.26), apreciado subjetivamente en los corderos criados en el aprisco, se correspondió con un mayor engrasamiento objetivo (espesor dorsal medio), estando la medida del espesor de la grasa dorsal relacionada con la cantidad de grasa de la canal (Starke y Joubert, 1961). La cantidad y proporción de la grasa pelviorrenal con respecto al peso de la media canal derecha fue igualmente superior en los corderos criados en el aprisco que en los del campo, estando así mismo relacionado con la apreciación visual subjetiva de dicho depósito.

Ello pudo ser debido al mayor ejercicio que realizaron en pastoreo, con un aumento de sus necesidades energéticas, que al no poder ser compensadas con un mayor consumo de alimentos, ya que se trata de animales aún pequeños, hace que tomen de sus reservas grasas o éstas se formen en una menor cantidad (Vermorel y Theriez, 1975). En los corderos criados en pastoreo, los gastos energéticos ligados al consumo de alimentos dan lugar a un aumento de un 10% en las necesidades de conservación (Graham, 1965), mientras que los ligados al desplazamiento representan en buenas condiciones del orden de un 20% (Langlands et al., 1963), aunque pueden llegar a aumentar las necesidades en casos extremos hasta en un 60% (Young y Corbett, 1972)

Una de las principales modificaciones del metabolismo del cordero sometido a ejercicio es un aumento en la removilización de los lípidos de reserva y su utilización por el



músculo. Aurousseau y Vigneron (1985) han observado una reducción del estado de engrasamiento en los corderos alimentados con la madre en pastoreo, comparados a sus homólogos mantenidos en el aprisco. Los resultados indican que el nivel de alimentación en corderos tomando concentrado o pasto tiene una influencia significativa sobre los niveles de engrasamiento de la canal (Chestnutt, 1994), aunque el efecto sea en diferente sentido en cada caso.

Con la aportación de pienso no se observaron prácticamente diferencias en los parámetros de engrasamiento, presentando una ligera disminución en la grasa pelviorrenal observada de forma visual, aunque no en la cantidad de la misma, quizás debido a que el periodo estudiado fue muy corto, siendo corderos jóvenes, que consumieron mucha leche y cuyo consumo de pienso no fue lo suficientemente importante (2 Kg en los que permanecieron en el aprisco y 0,44 kg en los del campo).

En las primeras tres o cuatro semanas de vida del cordero, éste depende exclusivamente de la alimentación láctea de la leche de su madre, puesto que no empieza a comer hierba hasta las tres semanas de edad (Penning y Gibb, 1979) o hasta que no alcanza aproximadamente el triple de su peso al nacimiento (Cañeque et al., 1989).

En lo que respecta al color de la grasa, los corderos presentaron un color muy luminoso (alto índice de  $L^*$ ) y con una alta intensidad de color (alto IS), lo que parece lógico al tratarse de corderos jóvenes cuya alimentación es principalmente láctea.

El sistema de crianza presentó ligeras diferencias, así el mayor índice de amarillo y de cromaticidad de la grasa de los corderos criados en el campo podría deberse a la ingestión de pasto, cuando se compara con los criados en el aprisco. Los pigmentos responsables del color de la grasa (xantófilas y carotenos) se encuentran principalmente en el forraje y en menor medida en el alimento concentrado suministrado a los rumiantes (Leroy y Eckles, 1914; Morgan y Everitt, 1969).

No se apreciaron diferencias debidas al aporte de concentrado, ya que en general los ovinos no acumulan normalmente pigmentos en el tejido adiposo y aún menos a las edades consideradas (Rozier, 1979). Crane y Clare (1975) demostraron que los pigmentos en la grasa están limitados a aquellos proporcionados por la dieta o formados a partir de ella durante la digestión y la absorción.

### 3.- DESPIECE Y DISECCIÓN. COMPOSICIÓN TISULAR

#### 3.1.- Despiece

Sobre el % de piezas de la media canal izquierda corregida (Tabla IV.27), prácticamente no se observaron diferencias atribuibles al sistema de crianza, ni al aporte de pienso concentrado, excepto una mayor proporción de bajos y por lo tanto de piezas de tercera Categoría en los corderos que fueron criados en el aprisco frente a los que estuvieron alojados en el campo. Este porcentaje superior de bajos se correspondería con el mayor engrasamiento que presentaron éstos corderos, ya que los bajos se caracterizan por ser una pieza adiposa (Huidobro y Cañeque, 1993). También Gutierrez et al. (1995) en cabritos de raza Florida Sevillana, no obtuvieron diferenciación atribuible al sistema de lactancia (natural o artificial) más que en el cuello.

Se confirma así la ley de armonía anatómica anunciada por Boccard y Dumont (1960), obteniéndose más de la mitad de las piezas entre pierna y espalda, lo que parece lógico al tratarse de animales aún jóvenes, donde el principal crecimiento es en las extremidades. Esto es similar a lo obtenido por Sierra et al. (1992) en corderos de raza Rasa Aragonesa sacrificados como lechales (10-12 Kg) donde obtuvieron un 52,62% de pierna y espalda conjuntamente.

Los corderos que se criaron en el campo tuvieron un mayor porcentaje de piezas de 1ª Categoría (62,23%) que los criados en el aprisco (61,52%), lo que podría explicarse por el mayor desarrollo de la pierna al realizar mayor ejercicio (aunque la pierna no presentó diferencias significativas). Guía y Cañeque (1992) en corderos de 42 días de edad de la misma raza obtuvieron un porcentaje algo inferior de piezas de 1ª Categoría (59,31%), pero mayor en las piezas de 2ª Categoría (25,68%). Mientras que Huidobro y Cañeque (1993) en corderos lechales machos de raza Manchega, sacrificados a los 15 Kg de peso, obtuvieron unas proporciones de piezas por categorías similares a las nuestras (61,13%, 21,68% y 17,18 %, de 1ª, 2ª y 3ª Categoría, respectivamente).

#### 3.2.- Composición Tisular

En los parámetros relativos a la composición tisular de la pierna se observó una mayor

proporción de músculo en los corderos criados en el campo (62,98%) frente a los de aprisco (60,25%). Esto ha sido ya descrito, puesto que el ejercicio produce un mayor desarrollo muscular, principalmente en las extremidades (Bernard et al., 1970), confirmando lo afirmado por Butterfield et al. (1983), que tras el nacimiento, los músculos de la pierna crecen a más velocidad que el resto de la musculatura.

Los corderos criados en el campo presentan, además, una menor proporción de grasa en la pierna, siendo inferior en todos los depósitos adiposos de la misma (subcutáneo, intermuscular y pélvico), aunque con mayores diferencias en los depósitos subcutáneo e intermuscular. Esto parece indicar que no sólo se ha dejado de deponer grasa en éstos corderos, sino que se ha movilizado durante su crecimiento, a costa de la grasa subcutánea que es un depósito que se moviliza rápidamente cuando se incrementan las necesidades del animal, lo que se observó en la menor relación de grasa subcutánea/intermuscular.

La relación de M/G alcanzó unos valores muy elevados en los corderos criados en el campo (6,66) por el mayor gasto energético del ejercicio que realizaron frente a los que permanecieron en el aprisco (4,73), siendo muy superior al valor encontrado para la relación M/G por Sañudo et al. (1997) en corderos lechales de raza Manchega (4,56).

La relación M/H no se modificó por el sistema de crianza, obteniendo un 4,18 de media. Sin embargo, los corderos que fueron criados en el campo, presentaron un mayor peso del m *Longissimus dorsi* y una mayor proporción de dicho músculo con respecto al peso de la media canal derecha, que los corderos que se criaron en el aprisco, lo que nos hace suponer que también existió un mayor desarrollo muscular en la zona del tronco debido al ejercicio de los criados en el pasto.

Sin embargo, la longitud y el peso del hueso metacarpiano no se modificó con el sistema de crianza, al igual que tampoco varió el % de hueso de la pierna, siendo las diferencias entre los sistemas de crianza estudiados principalmente debidas al porcentaje de músculo y grasa, y no al de hueso.

El aporte de pienso no afectó prácticamente a los componentes tisulares de la pierna, excepto un ligero menor porcentaje de grasa intermuscular, por lo que la relación grasa subcutánea/intermuscular fué mayor. El reparto de grasa de la pierna en sus diversos depósitos fue similar al obtenido por López (1987) en corderos de los tipos lechal y ternasco

de raza Lacha, quien obtuvo un 12,21% de grasa, de la cual 6,48% fue subcutánea, un 3,67% intermuscular y 2,05% pélvica.

En los parámetros relacionados con la composición tisular, el aporte de pienso, únicamente produjo un mayor peso del hueso metacarpiano (32,71 g) frente a los que no lo consumieron (31,36 g).

### 3.- CALIDAD DE LOS DEPÓSITOS ADIPOSOS

#### 3.1.- Extracción de los lípidos

Con la extracción de la grasa química de los diferentes depósitos adiposos (Tabla IV.30), se observó cómo la grasa pelvicorrenal es la que presentó un mayor contenido lipídico, seguido de la subcutánea y posteriormente de la intermuscular. Hecho, que ya ha sido destacado por Tor (1997), quien obtuvo un orden similar en cuanto a composición lipídica de los diferentes depósitos adiposos.

El efecto del sistema de crianza se observó en las grasas intermuscular de la pierna y en la intramuscular, obteniendo en ambos depósitos un mayor porcentaje de grasa química los corderos que fueron criados con la madre en el aprisco. Por ello, los corderos que fueron criados en el campo, no sólo presentaron un menor engrasamiento general de la canal, sino que además, alcanzaron un menor contenido de grasa química, estando ambos factores correlacionados.

El estado de engrasamiento del animal afecta al contenido de grasa química del tejido adiposo (Field et al., 1985), siendo los animales más engrasados, los que presentan una mayor proporción de grasa extraída químicamente en sus depósitos. Así mismo, los corderos que fueron criados en el campo realizaron un mayor ejercicio, el cual no sólo produce un mayor desarrollo del músculo, sino que éste presenta una menor cantidad de grasa de infiltración (Bernard et al., 1970).

El aporte de pienso no produjo diferencias en la grasa química de los diferentes depósitos analizados, estando de acuerdo con lo observado para el engrasamiento de la canal en general. La localización fue un factor que presentó diferencias, tanto en la grasa subcutánea como en la intramuscular, observándose en ambos casos una mayor cantidad de grasa en el

costillar que en la pierna, lo que podría explicarse por el menor engrasamiento de la pierna frente al costillar.

En la grasa pelviorrenal no se produjeron diferencias, ni del sistema de crianza ni del aporte de concentrado a los corderos.

### 3.2.- Composición en ácidos grasos

En esta experiencia, la composición en ácidos grasos totales de los diferentes depósitos (Tablas IV.31-IV.38) se caracterizó por una alta cantidad de ácido palmítico (C 16:0), lo que corresponde a corderos muy jóvenes, y de ácidos grasos de cadena corta (C12:0 y C 14:0) derivada principalmente de la alimentación láctea. Se encontraron amplias diferencias en la composición total de ácidos grasos, principalmente debidos al sistema de crianza de los corderos y también por la administración de pienso, así como por la localización entre costillar y pierna del depósito adiposo.

Los depósitos estudiados presentaron una composición de ácidos grasos diferente. La grasa subcutánea (Tablas IV.31 y IV.32) fue la grasa más saturada (SFA) y con la menor proporción de ácidos grasos insaturados totales (TUFA).

La grasa intramuscular (Tablas IV.35 y IV.36) destacó por contener la menor proporción de ácidos grasos de cadena corta, lo que también encontró Tor (1997) en corderos de raza Rasa Aragonesa, siendo la grasa pelviorrenal la que mayor proporción obtuvo.

La grasa intramuscular, también presentó la menor proporción de SFA y la mayor de TUFA, representando los monoinsaturados (UFA) un 34,75% y los polinsaturados (PUFA) un 14,2%, contando ésta grasa con dos PUFA (C20:2 y C 20:4) que no están presentes en el resto de los depósitos adiposos analizados. Las relaciones PUFA/SFA y UFA/SFA fueron las mejores desde el punto de vista nutritivo, y si consideramos las relaciones de ácidos grasos deseables (DFA) y de valor nutritivo, éstas también fueron superiores para la grasa intramuscular.

Las grasas intermuscular (Tablas IV.33 y IV.34) y pelviorrenal (Tablas IV.37 y IV.38) presentaron unos porcentajes de saturación intermedios entre las grasas anteriores, aunque la intermuscular tuvo una mayor proporción de TUFA.

### *Efecto del sistema de crianza*

El sistema de crianza presentó efectos en todos los depósitos estudiados, obteniéndose en los corderos criados en el aprisco una menor proporción de ácidos grasos de cadena corta (C12:0-C14:0) en la grasa intermuscular (Tablas IV.33 y IV.34) que en los corderos criados en el pasto. No todos los depósitos son afectados por igual al aportar al cordero alimentos suplementarios a la leche materna, observándose los mayores efectos sobre el depósito intermuscular (Chestnutt, 1994).

Así mismo, los corderos criados en el aprisco presentaron en todos los depósitos adiposos una mayor proporción de ácido oleico (C 18:1) que los criados en el campo. Esta mayor proporción se corresponde con un aumento del ácido linoleico (C 18:2) en la grasa subcutánea, con una disminución del ácido linolénico (C 18:3) en la intermuscular y con una disminución del ácido esteárico (C 18:0) en la intramuscular y pelvicorrenal. Este cambio en el ácido oleico (C 18:1) podría deberse a las diferencias en el engrasamiento de los animales que fueron criados en el pasto frente a los del aprisco, puesto que se ha observado que la relación ácido oleico/ácido esteárico (C18:1/C18:0) aumenta con el estado de engrasamiento debido al aumento de la actividad de la enzima  $\Delta$ -9 desaturasa, que sintetiza oleico (C18:1) a partir de esteárico (C 18:0) y aumenta los niveles generales de ácidos grasos insaturados (Hay y Morrison, 1970).

El mayor engrasamiento de los corderos criados en el aprisco podría explicar también el menor porcentaje de SFA y mayor de UFA y TUFA, que se encontró en la grasa subcutánea de éstos corderos, lo cual podría producir un ablandamiento del tejido adiposo subcutáneo (Webb et al., 1994b), debido al aumento de ácidos grasos insaturados que se produce en dicho depósito, obteniendo un índice de blandura superior.

También el cambio en la insaturación de los depósitos podría deberse al mayor consumo de forraje de los corderos criados en el campo frente a los de aprisco, puesto que se ha observado que el forraje estimula la actividad ruminal y por tanto la biohidrogenación de los ácidos grasos, incrementando la concentración de ácidos grasos de naturaleza saturada (Kemp et al., 1981). También, Okeudo et al. (1994) encontró una mayor proporción de ácidos grasos saturados y menor de UFA en la grasa de los corderos alimentados con forraje frente a los que sólo consumieron la leche materna. Melton (1983) señaló que los lípidos musculares

del ganado vacuno alimentado con dietas de baja cantidad de energía y alta cantidad de forraje, por el consumo de hierba, mostraron un porcentaje mayor de ácido esteárico (C 18:0) y una menor proporción de ácido oleico (C 18:1) que los lípidos musculares de los animales alimentados a base de cereales. Además, el tejido muscular y adiposo de los animales alimentados con hierba presentó mayor porcentaje de ácido linolénico (C 18:3) que se atribuyó a la alta concentración de éste ácido en los lípidos de la hierba.

La insaturación de los depósitos adiposos también se incrementó (mayor relación UFA/SFA) en el resto de los depósitos adiposos de los corderos criados en el aprisco, obteniéndose, sin embargo, para las grasas intermuscular e intramuscular una inferior relación de ácidos grasos PUFA n-6/n-3 en los corderos criados en el campo.

Matthes et al. (1996), sin embargo, obtuvieron una mayor proporción de ácidos grasos insaturados y de PUFA n-3 en la grasa intramuscular de los animales alimentados en el pasto que en los animales alimentados en el establo.

Teniendo en cuenta que las recomendaciones nutritivas estiman no superar de 4 la relación n-6/n-3 para las dietas en conjunto (Enser, 1996 y 1998), ninguno de nuestros corderos presentaría graves problemas para la salud humana, siendo desde éste punto de vista los corderos criados en el aprisco los que presentarían una grasa menos saludable, aunque tengan una mayor insaturación y una mejor relación PUFA/SFA, lo que podría además, producir mayores problemas de ablandamiento de dicho depósito, que produciría una peor apariencia visual del mismo.

### *Efecto del alimento*

La administración de pienso no produjo casi efectos sobre la grasa subcutánea, al igual que lo encontrado por Marsico et al. (1995), donde al modificar la dieta de los animales encontraron las mayores modificaciones en la composición de los ácidos grasos de la grasa intramuscular y pelviorrenal más que en los de la subcutánea.

En la grasa intermuscular, el aporte de pienso produjo una menor proporción de los ácidos grasos palmítico (C 16:0) y esteárico (C 18:0), aumentando el ácido oleico (C 18:1); lo que motivó una mayor insaturación del depósito (con un aumento de TUFA y una disminución de SFA). Así, se sabe que el tipo de dieta que se ofrece a los ruminantes afecta al

modelo de fermentación ruminal, el cual afecta a la composición de grasa en los depósitos adiposos (Duncan et al., 1974; Ørskov et al., 1975). El incremento en el plano de alimentación aumenta la deposición de grasa de naturaleza insaturada (Ray et al., 1975; Petrova et al., 1994; Marsico et al., 1995), incrementándose el ácido oleico (C 18:1) y disminuyendo los ácidos palmítico (C 16:0) y esteárico (C 18:0) (Wood et al., 1991). El mayor contenido de ácido oleico (C 18:1) en los tejidos de los corderos alimentados con una ración de concentrado, puede ser debido en parte a una mayor ingestión de éste ácido, así como a una alteración de la flora microbiana del rumen (Miller et al., 1967).

De la misma manera, en la grasa intramuscular, los corderos a los que se les aportó el alimento concentrado presentaron una menor proporción de los ácidos palmítico (C 16:0) y esteárico (C 18:0), contando además con una mayor proporción de los ácidos PUFA linolénico (C 18:3 n-3) y araquidónico (C 20:4 n-6). Por éstas modificaciones, los corderos a los que se les ofreció concentrado obtuvieron en la grasa intramuscular el mayor índice de blandura y una mayor relación de PUFA n6/n3, que los de alimentación exclusivamente láctea.

Sañudo et al. (1997) obtuvieron al igual que lo referido en nuestro trabajo, una mejor relación PUFA/SFA en los corderos alimentados con concentrado, aunque con una peor relación de PUFA n6/n3, lo que a efectos nutritivos es peor.

Con una alimentación de concentrado se incrementa la producción en el rumen de propionato y decrece el acetato, y se ha sugerido que la incorporación del propionato es el primer paso para la síntesis de ácidos grasos de cadena impar (Horcada et al., 1997).

En el músculo, las proporciones de ácidos grasos saturados varían de un 59% con raciones ricas en forrajes bastos a un 38% con raciones muy ricas en concentrados (Aurousseau, 1981). Webb et al. (1994) concluyeron que las dietas ricas en energía producían un incremento del contenido de ácidos grasos insaturados en la carne, mejorando la intensidad del flavor de la misma. Enser et al. (1996) concluyó que el músculo de los corderos tienen concentraciones relativamente altas de PUFA n-3.

Alimentando con concentrado se produce una grasa más blanda y aceitosa (Miller et al., 1980; Busboom et al., 1981). El ácido palmitoleico (C 16:1) fue el único ácido graso insaturado que no se correlacionó con una grasa más blanda (Field et al., 1992) y parece ser que entre los ácidos grasos mayoritarios, la concentración de ácido esteárico (C 18:0) es el



que más afecta a la consistencia de la grasa (Wood, 1984).

#### *Efecto de la localización del depósito adiposo*

La localización del depósito adiposo afectó a la composición de ácidos grasos de la grasa subcutánea, obteniendo la pierna una menor proporción de ácido palmítico (C 16:0) y de ácidos grasos impares insaturados (C 15:1 y C 17:1), no afectando a la relación PUFA/SFA ni a PUFA n6/n3. Sin embargo, en la grasa intramuscular, la pierna de los corderos (m. *Cuadriceps femoris*) presentó una mayor proporción de UFA y por tanto de UFA/SFA, aunque sin embargo, contó con una peor relación PUFA n6/n3, ya que ésta fue inferior en el costillar (m. *Longissimus dorsi*), lo que nutritivamente hablando favorece la composición en ácidos grasos de ésta última. Las diferencias en las proporciones de ácidos grasos entre músculos fueron relativamente pequeñas.

## ***CONCLUSIONES***

---

1ª.- La Leche de las ovejas de raza Talaverana se caracteriza por una baja producción, presentando un aumento de la concentración de algunos de sus componentes químicos, variando de manera natural con el transcurso de la lactación, alcanzando el pico de lactación en la tercera semana, a partir del cual se modifica su composición en ácidos grasos por encontrarse en balance energético negativo.

2ª.- En los corderos lechales de bajo peso de sacrificio ya se observan diferencias en el engrasamiento entre sexos, presentando las hembras una mayor proporción de las grasas cavitarias, viscerales y de la canal en general. También el peso de sacrificio afectó al engrasamiento, aunque en éste caso las diferencias no fueron tan acusadas, engrasándose siempre más los de mayor peso.

3ª.- La grasa renal y el engrasamiento visual son los parámetros que presentan una mejor correlación con la grasa total de la canal. La composición tisular del costillar es un buen predictor de la grasa total, siendo la pierna en cambio un mejor predictor para el músculo total de la canal.

4ª.- El sexo afecta a la composición en ácidos grasos de las grasas intermuscular e intramuscular, estando ligadas estas diferencias al mayor engrasamiento de las hembras. Los corderos de mayor peso presentan en sus depósitos adiposos en general, un mayor grado de insaturación. La pierna presenta una grasa más insaturada que el costillar.

5ª.- Los corderos machos de 14 Kg criados en aprisco, presentaron un mayor engrasamiento general que los criados en pastoreo. El aporte de pienso a éstos corderos no modificó sustancialmente las características de engrasamiento de la canal.

6ª.- Los corderos criados en aprisco presentaron una mayor insaturación en los ácidos grasos de los diferentes depósitos adiposos, lo que está ligado a su mayor engrasamiento, aunque que tuvieron una peor relación PUFA n6/n3. El aporte de concentrado dio lugar a una mayor insaturación. Es de destacar la concentración relativamente elevada de PUFA n-3 de éstos corderos sacrificados a los 14 Kg.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

---

- ACKERSON, B.A.; JOHNSON, R.R.; HENDRICKSON, R.L. (1976). Effect of treatment of whole fat soybeans or soy flour with formaldehyde to protect the polyunsaturated fatty acids from biohydrogenation in the rumen. *J. Nutr.*, 106: 1383-1390.
- American Heart Association (1986). Dietary guidelines for healthy adult Americans. *Circulation*, 74: 1465A.
- ANON (1991). *Instruction Manual*, Chromameter CR-300, Minolta Camera Co., Ltd. Osaka, Japan.
- ALLEN, C.E.; CASSENS, R.G.; BRAY, R.W. (1967). Comparative lipid composition of three porcine muscles: *J. Anim. Sci.*, 26 (1): 6-40.
- ALLEN, C.E. (1976). Cellularity of adipose tissue in meat animals. *Federation Proc.*, 35: 2302-2307.
- ALLEN, C.E.; FOEGEDING, E.A. (1981). Some lipid characteristics and interaction in muscle foods- a review. *Food Technology*, 35: 253-257.
- APARICIO, F.; TOVAR, J.; DOMENECH, V. (1986). Relación de los tejidos óseo, muscular y graso de canales de cordero de raza Merina. *Arch. Zootecn.*, 35 (132): 173-181.
- ARANA, A.; SORET, B.; MENDIZABAL, J.A.; CORROZA, M.; EGUINO, P.; PURROY, A. (1998). Changes in adipose tissue accumulation in Rasa Aragonesa breed lambs during growth and fattening. *Animal Science*, 66: 409-413.
- ASHES, J.R.; SIEBERT, B.D.; GULATI, S.K.; CUTHBERTSON, A.Z.; SCOTT, T.W. (1992). Incorporation of n-3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. *Lipids*, 27: 629-631.
- ASTRUP, H.N.; NEDKVITNE, J.J. (1975). The improved production of unsaturated lamb meat. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 25: 49-52.
- AUROSSEAU, B.; THERIEZ, M.; DANIEL, M. (1973). Influence de la nature des matières grasses incorporées dans l'aliment d'allaitement sur le métabolisme lipidique de l'agneau de boucherie. *Ann. Biol. Anim. Bioch.*, 13: 93-105.
- AUROSSEAU, B. (1981). *Elaboration des lipides corporals et valeur des carcasses des ruminants*. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 45: 43-50.
- AUROSSEAU, B.; VIGNERON, P. (1985). Influence du modo d'élevage et du poids d'abattage sur les caractéristiques des lipides musculaires de l'agneau de boucherie. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 26: 351-352.
- AUROSSEAU, B. (1986). Influence de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur l'état d'engraissement et la qualité des carcasses chez les ovins. *Journées Rech. Ovine et caprine*. (11e).
- BASS, J.J.; BUTLER-HOG, B.W.; KIRTON, A.H. (1990). *Practical Methods of controlling fatness in farm animals*. En: Reducing Fat in Meat Animals. (Ed. Wood, J.; Fisher, A.V.), Elsevier Science Publishers LTD, England, pp.145-200.
- BARBOSA, M.; BARILLET, F.; BERTHELOT, X.; CASU, S.; FOGLINI, A.; GABIÑA, D.; JAUBERT, G.; KALANTZOPOULOS, G.; LEDDA, A.; PERRIN, G.; POUTREL, B.; RENAUD, J.; RUBINO, R.

- (1994). Conclusioni del comitato scientifico International Symposium. "Somatic cells and milk of small ruminants". Bella, Italia, 25-27 Septiembre.
- BARNARD, R.J.; EDGERTON, V.R.; PETER, J.B. (1970). Effect of exercise on skeletal muscle biochemical and histochemical properties. *J. Appl. Physiol.*, 28: 762.
- BAROWICZ, T. (1985). *Oxytocic activity of the blood plasma and intramammary pressure in the sheep during suckling and machine milking*. 36th Annual meeting of the European Association for Animal Production. Session III: Mechanical milking of Sheep and Goats, 456.
- BARTON, R.A.; KIRTON, A.H. (1958). Carcass weight as an index of carcass components with particular reference to fat. *J. Agric. Sci.*, 50: 331-334.
- BAUCHART, D.; LEGAY-CARMIER, F.; DOREAU, M. (1990). Lipid metabolism of liquid-associated and solid-adherent bacteria in rumen contents of dairy cows offered lipid-supplemented diets. *Br. J. Nutr.*, 63: 563-578.
- BAUCHART, D.; LEGAY-CARMIER, F.; DOREAU, M. (1990a). Ruminal hydrolysis of dietary triglycerides in dairy cows fed lipid-supplemented diets. *Reprod. Nutri. Dev.*, 30 (Suppl.2): 187s.
- BEARE-ROGERS, J. (1988). Nutritional attributes of fatty acids. *J.A.O.C.S.*, 65: 91-95.
- BELITZ, H.D.; GROSCH, W. (1988). *Lipidos*. En: Química de los alimentos. (Ed. Acribia, S.A.), Zaragoza. pp. 133-209.
- BELLVERS, S.; DELFA, R.; COLOMER-ROCHER, F. (1989). Composición de las canales de ovino mayor según su categoría comercial. Datos preliminares. III. Composición de las diferentes piezas. *ITEA*, 9: 508-510.
- BENCINI, R.; PUROIS, I.W. (1990). The yield and composition of milk from Merino sheep. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18
- BÉNÉVENT, M. (1971). Croissance relative pondérale postnatale, dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'agneau Mérinos d'Arles. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 11(I): 5-39.
- BÉRANGER, C. (1969). Croissance et développement. *III Curso de Producción Animal*. C.I.D.A. del Ebro. Zaragoza.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. (1976). *New Concepts of Cattle Growth*. Sydney University Press. Sydney.
- BERG, R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBORIUSSEN, T. (1978). Growth of bovine tissues. I. Genetic influences on growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. *Anim. Prod.*, 26: 245-258.
- BERG, R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBORIUSSEN, T. (1978a). Growth of bovine tissues 2 Genetic influences on muscle growth and distribution in young bulls. *Anim. Prod.*, 27: 51-61.
- BLACK, J.L. (1983). *Growth and development of lambs*. En: Sheep Production. (Ed. Haresign, W.), Butherworths, London.
- BLOCH, B. (1977). *The Meat Board Meat Book*. Mc Graw-Hill Book Company. Chap. 7: 139-154.

- BLOOR, W.R. (1943). *Biochemistry of the fatty acids*. Van Nostrand-Reinhold, Princeton, New Jersey.
- BLUMER, T.N. (1963). Relationship of marbling to the palatability of beef. *J. Anim. Sci.*, 22: 771.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. (1955). Étude de la production de la viande chez les ovins. I. La coupe des carcasses. Définition d'une découpe de référence. *Anim. Zootech.*, III: 241-257.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. (1960a). *Note sur la mesure et la variation de l'adiposité des carcasses d'agneau*. 6<sup>ème</sup> Réunion des instituts de recherche sur les viandes. Del 29 de agosto al 3 de Septiembre. Utrecht.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. (1960b). Étude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. *Ann. Zootech.*, 9: 355-365.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. (1970). Étude de l'accroissement relatif de la musculature en fonction de la vitesse de croissance corporelle chez l'agneau (*Ovis aries*). *C.-R. séances Soc. Biol.*, 164(6): 1251-1253.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L.; LEFEBVRE, J. (1976). Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des différentes régions corporelles de l'agneau. *Ann. Zootech.*, 25(1): 95-110.
- BOCCARD, R.; DUPLAN, J.M. (1961). Étude de la production de la viande chez les ovins. III. Note sur l'influence de la vitesse de croissance sur la composition corporelle des agneaux. *Ann. Zootech.*, 10(I): 31-38.
- BOCCARD, R.; LE GUELTE, P.; ARNOUX, J. (1964). Influence de la vitesse de croissance sur la valeur des coefficients d'allométrie des tissus corporels de l'agneau. *Compte-Rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, 258: 1908-1909.
- BODY, D.R. (1988). The lipid composition of adipose tissue. *Prog. Lipid Res.*, 27: 39-60.
- B.O.E. (30/09/75). Orden de 18 de Septiembre de 1975. Norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional.
- B.O.E. (29/09/87). Orden de 24 de Septiembre de 1987. Modificación de la norma de calidad para canales de ovino.
- B.O.E. (21/11/97). Real Decreto 1682/1997. Actualización del Catálogo Oficial de razas de ganado de España.
- BONANOME, A.; GRUNDY, S.M. (1988). Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *New Engl. J. Med.*, 318: 1244-1248.
- BOYLAN, W.J.; BERGE, Y.M.; ALLEN, C.E. (1976). Fatty acid composition of Finn sheep crossbreed lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 42: 1421-1426.
- BOTKIN, M.P.; FIELD, R.A.; JOHNSON, C.L. (1988). *Sheep and Wool: Science, Production and Management*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- BOZZOLO, G.; BOUILLER-LOUDOT, M.; QUENARDELLE, P.; GRASSET, D.; MANSE, H. (1992). Influence de l'incorporation de saindoux dans l'aliment concentré sur la croissance et les qualités de carcasse chez

- l'agneau male sevré précocement. *Ann. Zootech.*, 41: 205-221.
- BRENNAND, C.P.; LINDSAY, R.C. (1992). Distribution of volatile branched-chain acids in various lamb tissues. *Meat Sci.*, 31(4): 411-421.
- BROAD, T.E.; DAVIES, A.S. (1980a). Pre-and postnatal study of the carcass growth of sheep. 1. Growth of dissectable fat and its chemical components. *Anim. Prod.*, 31: 63-71.
- BROAD, T.E.; DAVIES, A.S.; TAN, G.Y. (1980b). Pre and postnatal study of the carcass growth of sheep. 2. The cellular growth of adipose tissue. *Anim. Prod.*, 31: 73-79.
- BROUDISCOU, L.; POCHET, S.; PONCET, C. (1994). *Anim. Feed Sci. Techn.*, 49: 189.
- BUSBOOM, J.R.; MILLER, G.J.; FIELD, R.A.; CROUSE, J.D.; RILEY, M.L.; NELMS, G.E.; FERRELL, C.L. (1981). Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *J. Anim. Sci.*, 52: 83-92.
- BUTTERFIELD, R.M.; GRIFFITHS, D.A.; THOMPSON, J.M.; ZAMORA, J.; JAMES, A.M. (1983a). Changes in body composition relative to weight and maturity of large and small strains of Australian Merino rams. 1. Muscle, bone and fat. *Anim. Prod.*, 36: 29-37.
- BUTTERFIELD, R.M.; ZAMORA, J.; JAMES, A.M.; THOMPSON, J.M.; WILLIAMS, J. (1983b). Changes in body composition relative to weight and maturity in large and small strains of Australian Merino rams. 2. Individual muscles and muscle groups. *Anim. Prod.*, 36: 165-174.
- BUTTERFIELD, R.M. (1988). The progress to maturity at 100 Kg liveweight of actual weights of carcasse tissues of a Merino ram relative to progress to maturity of liveweight. In: *New Concepts of Sheep Growth*. Butterfield. *Department of Veterinary Anatomy University of Sidney. Epping NSW 2121. Australia*. 168 p.
- BUTTLER-HOGG, B.W. (1982). Fat partitioning in clun and Southdown lambs. *Anim. Prod.*, 34: 377.
- BUTTLER-HOGG, B.W. (1984). The growth of Clun and Southdown sheep: body composition and the partitioning of the total body fat. *Anim. Prod.*, 39: 405.
- BUTTLER-HOGG, B.W.; WOOD, J.D.; BINES, J.A. (1985). Fat partitioning in British Friesian cows: the influence of physiological state on dissected body composition. *J. Agric. Sci.*, 104: 519-528.
- CALCERRADA, A.; PARDO, J.E.; SERRANO, E.; ARIAS, R.; ALTARES, M.; MONTORO, V. (1995). Estudio de la calidad físico-química de la leche utilizada en queserías inscritas en la Denominación de Origen. "Queso Manchego". *XX Congreso de la SEOC*, Madrid, 547-552.
- CALLOW, E.H. (1958). Comparative studies of meat. VI. Factors affecting the iodine number of fat from the fatty and muscular tissues of lamb. *J. Agric. Sci.*, 51: 361.
- CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I.; OLLETA, J.L.; HORCADA, A.; DOMEQUE, O. (1995). *Efecto del destete sobre la calidad de la grasa en el ternasco de Aragón*. XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Madrid, 25-27 de Septiembre.
- CANNON, B.; NEDERGAARD, J. (1985). The biochemistry of an inefficient tissue: brown adipose tissue.



*Essays in Biochemistry*, 20: 110-164.

- CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F.; DOLZ, J.F.; HERNANDEZ, J.A. (1989). *Producción de Carne de Cordero*. Ed. MAPA, Colección Técnica. 520 pp.
- CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F.; HERNANDEZ, J.A.; DOLZ, J.F. (1990). Comparison between four fattening systems for lambs and their effects on carcasse quality. *41 st Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. Toulouse (Francia).
- CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F. (1991). Effect of different fattening systems for lambs o carcass quality. *42 nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. Berlin (Alemania).
- CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F.; HERNANDEZ, J.A.; DOLZ, J.F. (1991). Influencia del sistema de crianza sobre la producción de carne en corderos de raza Manchega. *IV Jornadas AIDA, Zaragoza. ITEA, vol extra*, 11 (I): 280-282.
- CARLETON, R.A.; DWYER, J.; FINBERG, L.; GOODMAN, D.S.; GRUNDY, S.M.; HAVAS, S.; HUNTER, G.T.; KRITCHEUSKY, D.; LAVER, R.M.; LUEPKER, R.V.; RAMIREZ, A.G.; HORN, L.V.; STASON, W.B.; STOKES, J. (1991). Report on the expert panel on population strategies for blood cholesterol reduction. A statement from the National Cholesterol Education Program, National Health, Lung and Blood Institute, National Institutes of Health. *Circulation*, 83: 2154-2232.
- CARLSON, J.R. (1972). Reguladores del crecimiento. En: *Desarrollo y Nutrición Animal*. HAFEZ, D. (ed.). Acribia. Zaragoza.
- CARROL, M.A. (1967). The composition of lamb. *Proceedings of the C.I.C.R.A. Conference*. Dublín.
- CASEY, N.H.; VAN NIEKERK, W.A.; SPREETH, E.B. (1988). Fatty acid composition of subcutaneous fat of sheep grazed on eight diferernt pastures. *Meat Science*, 23: 55-63.
- CASSENS, R.G.; COOPER, C.C. (1971). Red and white muscle. *Adv. Food. Res.*, 19: 1-74.
- CASTRILLO, O. (1975). La composición corporal de los corderos de raza churra y su evolución en el transcurso del crecimiento. *An. Fac. Vet. León*. 21, 205-279.
- CASTRILLO, C. (1979). *Variaciones en la composición corporal de los corderos Churros en relación con el peso, el sexo y el contenido graso de la dieta*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de León. Universidad de Oviedo.
- CHALUPA, W.; RICKABAUGH, B.; KRONFELD, D.; SKLAN, D. (1984). Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 67: 1439-1444.
- CHANG-HAN, H.; YEON-HEE, K. (1982). Studies on lipids and fatty acids composition of various meat. *Kor. J. Anim. Sci.*, 24: 452-456.
- CHESNUTT, D.M.B (1994). Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcasses fat levels. *Animal Production*, 58: 77-85.

- CHIN, S.F.; LIU, W.; STORKSON, J.M.; HA, Y.L.; PARIZA, M.W. (1992). Dietary isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Compos. Analys.*, 5: 185-197.
- CHIOFALO, B.; BIONDI, L.; ZIINO, M.; PENNISI, P.; SALVO, F.; PRIOLO, A. (1996). Variazioni della composizione acidica del latte di pecore Comisane alimentate con un unifeed secco. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione*, 25 (3): 261-266.
- CHOI, N.J.; KIM, E.J.; MAENG, W.J.; NEVILLE, M.A.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; SCOLLAN, N.D. (1997). Rumen biohydrogenation of fatty acids from different sources of fat. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.*, 19: 19.
- CHRISTIE, W.W. (1978). The composition, structure and function of lipids in the tissue of ruminant. *Prog. Lipid Res.*, 17: 111-205.
- CIE (1976). Centre international de l'éclairage. Définition d'un space de colour por deux coordonnées de chromaticité et la luminosité.
- CLARKE, L.; Van de WAAL, S.; LOMAX, M.A.; SYMONDS, M.E. (1992). *Brown adipose tissue development in the ovine fetus during the final month of gestation*. In: Neonatal Survival and Growth. Occasional Publication, nº 15, British Society of Animal Production (Eds. Varley, M.A.; Williams, P.E.; Lawrence, T.L.J.), BSAP, Edinburgh, pp. 174-175.
- CLEMENT, I.; MARSHALL, J.R. (1996). Trans fatty acids and cancer. *Nutr. Rev.*, 54(5): 138- 145.
- COBOS, A.; DE LA HOZ, L.; CAMBERO, M.I.; ORDOÑEZ, J.A. (1994). Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 34 (1): 35-51.
- COMA (Committee on the medical aspects of food for policy). (1984). Diet and Cardiovascular Disease, Departament of health and Social Security. HMSO, London.
- CONIGLIO, J.G.; ANDERSON, C.E.; ROBINSON, C.S. (1954). Disposition of biosynthesized fatty acids in normal and fasted rats. *J. Physiol.*, 177: 69.
- CONNOLLY, J.F. (1974). Making polynsaturated foods. *Farm and Food Res.*, 5(2): 41-43.
- COLOMER-ROCHER, F.; DUMONT, B.L.; MURILLO, N.L. (1972). Descripción del despiece ovino Aragonés y definición de un despiece de referencia normalizado. *An. INIA Ser.: Prod. Anim.*, 3: 79-108.
- COLOMER-ROCHER, F.; ESPEJO, M. (1973). Influencia del peso al sacrificio y del sexo sobre las características de las canales de cordero de raza Rasa Aragonesa. *Ana. INIA, Ser.: Prod. Anim.*, 4: 133-150.
- COLOMER-ROCHER, F. (1974). *Tabla para la clasificación de las canales ovinas*. Hoja Técnica. INIA, nº3. Madrid.
- COLOMER-ROCHER, F.; KIRTON, A.H. (1975). Las bases de la clasificación de canales ovinas. Análisis de la nueva clasificación de canales ovinas para exportación en Nueva Zelanda. *ITEA*, 21: 26-57.

- COLOMER-ROCHER, F. (1986). *Producción de canales ovinas frente a las exigencias del Mercado Común Europeo. Interés de la denominación de origen del Ternasco Aragonés*. Publicación nº 1052 de la Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 111 p.p.
- COLOMER-ROCHER, F.; DELFA, R.; SIERRA, I. (1988). Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea según los sistemas de producción. *Cuadernos INIA*, 17: 19-41.
- CRAMER, D.A.; BARTON, R.A.; SHORLAND, F.B.; CZOCHANSKA, Z. (1967). *J. Agric. Sci.*, 69: 367-373.
- CRANE, B.; CLARE, N.T. (1975). Nature of carotenoid pigments in yellow fat of sheep. *N.Z.J. Agric. Res.*, 18: 273-275.
- CROSTON, D., KEMPSTER, A.J., GUY, D.R. y JONES, D.W. (1987). Carcass composition of crossbred lambs by ten sire breeds compared at the same carcass subcutaneous fat proportion. *Anim. Prod.*, 44: 99-106.
- CROUSE, J.D., FIELD, R.A., CHANT JR., J.L., FERRELL, C.L., SMITH, G.M. y HARRISON, V.L. (1978). Effect of dietary energy intake on carcass composition and palatability of different weight carcasses from ewe and ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 47 (6): 1207-1218.
- CURRIE, R.W.; WOLFE, F.H. (1977). Evidence for differences in post-mortem intramuscular phospholipase activity in several muscle types. *Meat Sci.*, 1: 185-193.
- CUTHBERTSON, A. (1978). Carcass evaluation of cattle, sheep and pigs. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, 28: 210-235.
- CUTHBERTSON, A.; KEMPSTER, A.J. (1979). *Sheep carcass and eating quality*. British Council Special Course. Publicado en: The management and diseases of sheep. The British Council (ed.). The Commonwealth Agricultural Bureaux Slough (Reino Unido).
- CUTHBERTSON, A. (1982). Prediction of the lean content of lamb carcasses. En: Carcasse Evaluation. Kempster, Cuthbertson and Harrington. Ed. Granada. Great Britain.
- CUTHBERTSON, A.; HARRINGTON, G. (1982). The MLC sheep carcasse classification scheme. En: Carcasse Evaluation. Kempster, Cuthbertson and Harrington. Ed. Granada. Great Britain.
- CUTHBERTSON, A.; KEMPSTER, A.J. (1982). Calidad de las canales ovinas. En: Manejo y Enfermedades de las ovejas. The Commonwealth Agricultural Bureaux. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- DAHL, O. (1962). *Effect of castration on composition of the depot fats in ruminants*. En: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. (Ed. Phillipson, A.T.), Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, pp. 504-518.
- DAWSON, R.M.C.; KEMP, P. (1970). *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. (Ed. Phillipson, A.T.), Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, pp. 504-518.
- DARBY, C.J.; CLARKE, L.; LOMAX, M.A.; SYMONDS, M.E. (1996). Brown adipose tissue and liver development during early postnatal life in hand-reared and ewe-reared lambs. *Reprod. Fertil. Dev.*, 8 (1):

137-145.

- De la FUENTE, J.; TEJÓN, D.; REY, A.; THOS, J.; LÓPEZ BOTE, C.J. (1998). Effect of rearing system on growth, body composition and development of digestive system in young lambs. *J. Anim. Physiol. a Anim. Nutr.*, 78: 75-83.
- DELFA, F. (1992). *Clasificación de canales ovinas en la C.E.E. El quito cuarto*. Serie Estudios Agrarios. D.G.A. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes. Dirección General de Producción Agraria. Zaragoza.
- DELFA, F.; GONZALEZ, C.; TEIXEIRA, A. (1996). Use of cold carcass weight and fat depth measurements to predict carcass composition of Rasa Aragonesa lambs. *Small Rum. Res.*, 20: 267-274.
- DELGADO, J.V.; MOLINA, A.; SIERRA, A.C.; BARAJAS, F.; RODERO, A. (1997). Estudio del crecimiento en corderos de raza Merina. SEOC de Tenerife.
- DIESTRE, A. (1985). Estudio de los factores biológicos determinantes del desarrollo de las canales de cordero y de sus características comerciales. *Tesis doctoral*. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.
- DESVIGNES, A.; CATTIN-VIDAL, P.; POLY, J. (1966). Comparaison de la valeur de divers types de croisement industriel pour la production d'agneaux de boucherie. I. Croissance pondérale des agneaux. *Ann. Zootech.*, 15(1): 47-66.
- DRYDEN, F.D.; MARCHELLO, J.A.; FIGROID, W.C.; HALE, W.H. (1973). Composition changes in bovine subcutaneous lipid as influenced by dietary fat. *J. Anim. Sci.*, 36: 19.
- DONEY, J.H.; PEART, J.N.; SMITH, W.F.; LONDA, F. (1979). A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckling sheep and comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *J. Agric. Sci. Camb.*, 92: 123-132.
- DOLE, V.P.; JAMES, A.T.; WEBB, J.P.W.; RIZACK, M.A.; STURMAN, M.F. (1959). *J. Clin. Invest.*, 38: 1544.
- DOLZ, J.F.; CAÑEQUE, V.; HUIDOBRO, F.; HERNANDEZ, J.A. (1989). Effect of three weaning systems on milk and meat production in Manchega sheep. *E.A.A.P.* Dublin.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. (1994). Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 45: 379-396.
- DUNCAN, W.R.H.; GARTON, G.A. (1971). Triglycerides fatty acids of lambs reared on a lipid free diet. *Proc. Nutr. Soc.*, 30: 48A.
- DUNCAN, W.R.H.; ØRSKOV, E.R.; GARTON, G.A. (1972). Fatty acid composition of triglycerides of lambs fed on barley-based diets. *Proc. Nutr. Soc.*, 31: 19A-20A.
- DUNCAN, W.R.H.; ØRSKOV, E.R.; GARTON, G.A. (1974). Effect of different dietary cereals on the occurrence of branched chain fatty acids in lamb fat. *Proc. Nutr. Soc.*, 33: 81A.
- EDWARDS, H.; DENMAN, J.F.; ABOU-ASMOUR, A.; NUGARA, D. (1973). Influence of age, sex and type

- af dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. *Poultry Sci.*, 52(3): 934-948.
- EICHHORN, J.M.; COLEMAN, L.J.; WAKAYAMA, F.J.; BLUMQUIST, G.J.; BAILEY, C.M.; JENKINS, C. (1986). Effect of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. *J. Anim. Sci.*, 63: 781-794.
- ELLIOT, J.M. (1980). *Propionate metabolism and vitamin B12*. In: Digestive Physiology and metabolism in Ruminants (Ruckebush Y., Thivend P., eds). MTP Press, Lancaster, 485-503.
- ENJALBERT, F.; MONCOULON, R.; VERNAY, M.; GRIESS, D. (1994). Effects of different forms of polyunsaturated fatty acids on rumen fermentation and total nutrient digestibility of sheep fed prairie hay based diets. *Small. Ruminant Res.*, 127-135.
- ENMANUEL, B. (1974). On the origin of rumen protozoan fatty acids. *Biochim. Biophys. Acta.*, 337: 404-413.
- ENSER, M.; HALLETT, K.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D. (1996). Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.*, 44: 443-458.
- ENSER, M. (1998). *Nutritional and health aspects of ruminant meat quality*. In: Meeting market requirements for quality in ruminant carcasses and meats, 19-30 Octubre.
- ENSER, M.; HALLETT, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK Beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 49 (3): 329-341.
- EPLEY, R.J.; ALLEN, C.E. (1978). Amount of fat and cholesterol in meat. *Extension Folder*, 382.
- ESPEJO, M.; MORA, M.; GARCÍA BARRETO, L. (1977). Crecimiento y calidad carnicera de los productos obtenidos por cruzamiento entre moruecos de razas prolíficas y ovejas de razas locales españolas. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 8: 57-63.
- ESPEJO, M.; VALLS, M.; COLOMER-ROCHER, F. (1974). Ensayo comparativo del cruce de una raza ovina española con moruecos de raza Finlandesa y con otros tipos de aptitud cárnica. *I Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera*. 7-11 de Octubre. Madrid.
- FÁLAGAN, A. (1980). Estudio del cruce industrial en el ganado ovino. Influencia de la raza paterna en las características de producción de los corderos cruzados. *Tesis Doctoral*. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G.; SCHAEFER, D.M.; BEUGE, D.R.; WILLIAMS, S.N.; SCHELLER, K.K. (1989). Improvement of pigmeat and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *J. Food Sci.*, 54: 858-862.
- FERNANDEZ, N.; PERIS, C.; MOLINA, M.P.; AQUINO, H.; CAJA, G.; TORRES, A. (1989). Sistemas de producción de corderos de raza Manchega. II. Diferencias entre sexos e influencia del peso de nacimiento sobre el crecimiento posterior. *ITEA, vol Extra*, nº 9: 472-474.
- FERNANDEZ, N.; PERIS, C.; TORRES, A.; AQUINO, H.; MOLINA, M.P.; RODRIGUEZ, M. (1991).

Sistemas de producción de corderos de raza Manchega. III. Efecto de la concentración y del grado de restricción de leche maternizada en la lactancia artificial. *ITEA, vol Extra*, nº 11: 268-270.

FIELD, R.A.; BASS, J.J.; KIRTON, A.H.; FOWKE, P.J.; GUGANZIC, D.M. (1985). Distribution of ether extract, moisture, protein and ash in dissected tissues from ovine carcasses. *J. Anim. Sci.*, 60: 977-988.

FIELD, R.A.; RULE, D.C.; RILEY, M.L. (1992). Characteristics of fat from heavy lambs fed a 90% corn diet or alfalfa pellets. *Sheep Res. J.*, 8(3): 77-80.

FISHER, A. (1998). Curso de Requisitos de calidad de la canal y de la carne de Rumiantes para su comercialización. *IAMZ*. Zaragoza. FLAMANT, J.C.; BOCCARD, R. (1966). Estimation de la qualité de la carcasse des agneaux de boucherie. *Ann. Zootech.*, 15(1): 89-113.

FLANZY, J. (1972). Evolution de la constitution des graisses de réserve en fonction des nouvelles techniques d'élevage. Introduction. *Revue Francaise des Corps Gras*, 19 (b): 359-364.

Food and Nutrition Board (1980). *Toward Healthful Diets*. National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C.

FOURIE, P.D.; KIRTON, A.H.; JURY, K.E. (1970). Growth and development of sheep. II. The effect of breed and sex on the growth and carcass composition of the Southdown and Romney and their crosses. *N. Z. J. Agric. Res.*, 13: 753-770.

FORREST, R.J. (1981). Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steers. *Can. j. Anim. Sci.*, 61: 575-580.

FRECKLETON, A. (1987). *Nutrition labelling: the role of government food industry consumer advocates and consumers in the development of nutrition labelling*. p H.D. Thesis, University of Bradford.

FRITZ, I.B.D.; DAVIS, G.; HOLTRAB, R.H.; DUNDEE, H. (1958). Fatty acid oxidation by skeletal muscle during rest and activity. *Amer. J. Physiol.*, 194: 379.

GANDEMER, G. (1997). Phospholipides, lipolyse, oxydation et flaveur des produits carnés. *Oléagineux, Corps Gras et lipides*, 4(1): 1-7.

GANDEMER, G.; MEYNIER, A.; GENOT, C. (1997). *Phospholipids, Lipolysis, Oxidation and Flavour of Meat*. In: *Animal fats – BSE and After*. Ed. Berger, K.G.; Barnes, P.J. & Associates, Bridgwater, UK, Chapter 7: 119-136.

GANDEMER, G. (1998). Lipids and meat quality. Lipolysis, oxidation and flavour. *Meat Sci.*, 49(1): 106-119.

GARCÍA, A. (1979). Dificultades técnicas y comerciales en la aplicación de las normas de calidad para canales de ovino y vacuno en el mercado Español. En: "Clasificación de las canales ovinas y bovinas. Normas Higiénico-sanitarias para su exportación". *Com. INIA, Ser. Prod. Anim.*, 5: 61-75.

GARCÍA, A.J. (1989). Canales de lechales ovinos Churros. VII Semana de Estudios Agrarios. INEA. Valladolid.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R. (1987). Estudio del crecimiento postnatal en corderos de raza Rasa Aragonesa,

- ecotipo Ansotano. *Colección de Estudios Altoaragoneses*, nº 13. Diputación de Huesca. Huesca.
- GARCÍA, P.T.; CASAL, J.J. (1992). *Proceeding 38th International Congress Meat Science and Technology*, 2: 53.
- GARCÍA, P.T.; PENSEL, N.A.; MARGARIA, C.A. (1995). Lipids from lamb meat. *Proceeding 41th International Congress Meat Science and Technology*, San Antonio, Texas (USA), 56.
- GARCÍA, R.; COLL, L. (1976). Contribución al estudio de la grasa de la leche de ovejas españolas. *Anal. Bromatol.*, XXVIII-3: 211-340.
- GARTON, G.A. (1960). Fatty acid composition of the lipids of pasture grasses. *Nature (London)*, 187: 511-512.
- GARTON, G.A. (1965). *The digestion and assimilation of lipids*. In: Physiology of digestion in the ruminant. Butterworth Ind Washington D.C. 390 pp.
- GARTON, G.A. (1969). *Lipid metabolism of farm animals*. En: Nutrition of Animals of Agricultural Importance. Part I. (Ed. Cuthbertson), Pergamon Press, Oxford, pp. 335-360.
- GARTON, G.A.; DUNCAN, W.R.H. (1969). *Br. J. Nutr.*, 23: 421-427.
- GARTON, G.A.; HOVELL, F.D.D.B.; DUNCAN, W.R.H. (1972). Influence of dietary volatile fatty acids on the fatty acid composition of lamb triglycerides, with especial reference to the effect of propionate on the presence of branched chain components. *Brit. J. Nutr.*, 28: 409.
- GASPAROTTI, M.L.; ALTHAUS, R.L.; MALINSKAS, G.A.G.; MOLLI, J.S. (1997). Variación de la composición de los ácidos grasos de la leche de ovejas Corriedale durante la primera semana de lactación. *ITEA, vol extra*, 688-690.
- GEENTY, K.G.; CLARKE, J.N.; JURY, K.E. (1979). Carcass growth and development of Romney Corriedale Dorset and crossbred sheep. *N.Z. J. Agric. Res.*, 22: 23-32.
- GEMMELL, R.T.; BELL, A.W.; ALEXANDER, G. (1972). Morphology of adipose cells in lambs at birth and during subsequent transition of brown to white adipose tissue by insulin. *Am. J. Anat.*, 133: 143-164.
- GIBB, M.J.; THEACHER, T.T. (1978). The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of ewes their twin lambs grazing perennial ryegrass. *J. Agric. Sci., Camb*, 90: 139-147.
- GIBB, M.J.; THEACHER, T.T.; SHANMUGALINGAM, B.S. (1981). Herbage intake and performances of grazing ewes and their lambs when weaned at 6, 8, 10 or 14 weeks of age. *Anim. Prod.*, 33: 223-232.
- GIRARD, J.P. (1986). Tissus adipeux, qualités organoleptiques et aptitudes à la transformation.
- GIRARD, J.P.; DENOYER, C.; DESMOULIN, B.; GANDERM, G. (1983). Facteurs de variation de la composition en acides gras des tissus adipeux (barderie) et musculaires de porc (long dorsal). *Rev. Fr. Corps. Gras.*, 2: 73.
- GIRARD, J.P.; RANDRIAMANARIVO, M.; DENOYER, C. (1986). Les lipides animaux dans la filiere viande. *C.D.I.V.P.A.* nº 39.

- GOMEZ, I.; GIL, P.; CASADO, J.; MUÑOZ, F. (1995). Definición de los criterios de selección del ovino Talaverano: Estudio de la rentabilidad de la producción de corderos. XX Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.
- GRAHAM, N.McC. (1965). *Some aspects of pasture evaluation*. In: Energy Metabolism, EAAP nº11, De. K.L. Blaxter. Troon. 231-240 pp.
- GRAHAM, N.McC. (1982). Maintenance and Growth. En: *Sheep and Goat Production*. COOP, I.E. (ed.). *World Animal Science. C. Production-System Approach*. NEIMANN-SØRENSEN, A.; TRIBE, D.E. (eds.). Elsevier. Amsterdam.
- GRAY, F.V.; PILGRIM, A.F.; WELLER, R.A. (1954). *J. Exp. Biol.*, 32: 49-55.
- GRENNAN, E.J. (1990). Lamb growth rate on pasture. *Irish Grassland and Animal Production Association Journal*, 24: 100-104.
- GRIFFITHS, T.W.; GANDEMER, G.; VIAU, M.; VEDRENNE, P. (1989). Polyunsaturated fatty acid (PUFA) content of rabbit meat: a potential source of PUFA for human nutrition. *Proc. Nutr. Soc.*, 48: 5A.
- GRUNDY, S.M. (1986). Comparison of monounsaturated fatty acids in carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New. Eng. J. Med.*, 314: 745-748.
- GUIA, E. (1990). *Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de los parámetros que definen las características de la canal*. Tesis Doctoral. ETSIA U.P., Madrid.
- GUIA, E.; CAÑEQUE, V. (1992). Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de las características que definen su canal. Investigación Agraria en Castilla-La Mancha. *Serie: Area de Producción Animal*, 5: 55pp.
- GURR, M.; BORLAK, N.; GANATRA, S. (1989). Dietary fat and plasma lipids. *Nutr. Res. Rev.*, 1: 57-78.
- GURR, M. (1995). A trans fatty acid that is good to eat?. Conjugated linoleic acid. *Lipid Technol.*, 7(6): 133-135.
- GUTIERREZ, M.J.; PEÑA, F.; RODERO, E.; HERRERA, M. (1995). Características de la canal de cabritos de raza Florida Sevillana. *XX Jornadas de la SEOC*, Madrid. 521-525 pp.
- GRUNDY, S.M. (1987). Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol, and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45: 1168.
- HADJIPANAYIOTOU, M. (1995). Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Ruminant Research*, 18: 255-262.
- HAHN, P.; NOVAK, M. (1975). *J. Lipid Res.*, 16: 79-91.
- HAMMOND, J. (1932). *Growth and Development of mutton qualities in the sheep*. (Ed. Oliver and Boyd), Edinburgh and London.
- HAMMOND, J. (1966). *Principios de la Explotación Animal. Reproducción, crecimiento y herencia*. Acribia.



Zaragoza.

- HANSON, S.W.F.; OLLEY, J. (1963). Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.*, 89 (3): 101P-102P.
- HARRIS, D.C. (1982). Measurement and description of lamb carcasses. En el simposio: "Producing lamb carcasses to meet particular market requirements". *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 14: 50-52.
- HAUGEBAK, C.D.; HENDRICK, H.B.; ASPLUND, J.M. (1974). Adipose tissue accumulation and cellularity in growing and fattening lambs. *J. Anim. Sci.*, 39: 1016-1025.
- HARFOOT, C.G.; CROUCHMAN, M.L.; NOBLE, J.H. (1974). *J. Appl. Bact.*, 37: 633.
- HAUSSER, N.; MOUROT, J.; De CLERQ, L.; GENART, C.; REMACLE, C. (1997). The cellularity of developing adipose tissues in Pietrain and Meishan pigs. *Reproduction Nutrition, Developpement*, 37 (6): 617-625.
- HAWKE, J.C.; SILCOCK, W.R. (1970). *Biochim. Biophys. Acta*, 218: 202-212.
- HEATON, J.M. (1972). *J. Anat.*, 122: 35-39.
- HECKER, A.L.; CRAMER, D.A.; BEEDE, D.K.; HAMILTON, R.W. (1975). *J. Fd. Sci.*, 140-143.
- HEGSTED, D.M.; McGANDY, R.B.; MYERS, M.L.; STARE, F.J. (1965). Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Anim.J.Clin.Nutr.*, 17: 281-95.
- HEGSTED, D.M.; McGANDY, R.B.; MYERS, M.L.; STARE, F.J. (1993). *Am. J. Clin. Nutr.*, 57: 875-883.
- HENRY, Y. (1972). Facteurs de variation de la composition des dépôts adipeux chez le porc. *Revue Francaise des Corps Gras*, 19(6): 367-376.
- HENRY, Y. (1977). Développement morphologique et métabolique du tissu adipeux chez le porc. Influence de la sélection de l'alimentation et du mode d'élevage. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17 (5B): 9233-952.
- HERNANDO, S.; ROVIRA, J.; JAIME, I. (1996). Influence of carcass weight on the quality of light lamb meat. *Proceedings 42 nd ICOMST*, 338-339.
- HHS (1988). *The surgeon general's report on nutrition and health*. U.S. Dept. Of Health and Human Services, U.S. Govt. Print. Office, Washington, D.C.
- HILDITCH, T.P.; WILLIAMS, P.N. (1964). *The Chemical Constitution of Natural Fats*. (Ed. J. Wiley and Sons), Inc. New York. pp. 481.
- HILL, K.J.J. (1957). *Physiol. (London)*, 139: 4-5.
- HOELSCHER, L.M.; SAVELL, J.W.; SMITH, S.B.; CROSS, H.R. (1988). Subcellular distribution of cholesterol within muscle and adipose tissue of beef loin steaks. *J. Food Sci.*, 53: 718-722.
- HOOD, R.L.; THORTON, R.F. (1979). The cellularity of ovine adipose tissue. *Aust. J. Agric. Res.*, 30: 153-161.
- HOPKINS, D.L.; BROOKS, A.A.; JOHNSTON, A.R. (1993). Factors affecting subcutaneous fat depth at two sites on beef carcasses. *Austr. J. Exp. Agric.*, 33: 129-133.

- HOPKINS, D.L.; FERRIER, G.R.; CHANNON, H.A.; McDONALD, B.A. (1995). Assesment of lamb meat quality in Sydney and Melbourne. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 55: 114-116.
- HOPKINS, D.L. (1996). Assesment of lamb meat colour. *Meat Focus International*, November, 400-401.
- HORCADA, A.; BERLAIN, M.J.; PURROY, A.; CHASCO, J.; LIZASO, G.; MENDIZABAL, J.A.; MENDIZABAL, F.J. (1993). Efecto del sexo sobre la calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa. *XXVIII Jornadas de la SEOC*. Albacete. Producción Ovina y Caprina. Colección Estudios, 639-643 pp.
- HORCADA, A. (1996). *Calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa*. ETSIA de la Universidad Pública de Navarra. Tesis Doctoral. 252 pp.
- HORNSTEIN, I.; CROWE, P.F.; HEIMBERG, M.J. (1961). Fatty acid composition of meat tissue lipids. *J. Food Sci.*, 22: 581-586.
- HORNSTEIN, I.; CROWE, P.F.; HINER, R. (1967). Composition of lipids in some muscles. *J. Food Sci.*, 32: 650-655.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; PELTON, L.S.; SAWELL, J.W.; SMITH, S.B. (1991). Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J. Anim. Sci.*, 69: 3665-3672.
- HUGLES, J.G. (1976). Short term variation in animal live weight and reduction of its effects on weighing. *Anim. Breed. Abstr.*, 44: 111.
- HUIDOBRO, F.; JURADO, J.J. (1989). Producción de carne en el ovino Manchego en cruzamiento. *Inv. Agrar.: Prod. Sanid. Anim.*, 4(1): 35-44.
- HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V.; DOLZ, J.F.; HERNANDEZ, J.A. (1989). Estudio comparativo de la producción de carne en corderos de las razas Manchega y Talaverana. *ITEA, vol extra*, nº 9: 478-480.
- HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V. (1993). Producción de carne de raza Manchega. II. Conformación y estado de engrasamiento de la canal y proporción de piezas en distintos tipos comerciales. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. 8 (3): 233-245.
- HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V. (1994). Producción de carne de raza Manchega. III. Composición tisular de las canales y de las piezas. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. 9 (1): 57-70.
- HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V. (1994a). Producción de carne de raza Manchega. IV. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. 9 (1): 71-82.
- HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V. (1994b). Producción de carne de raza Manchega. V. Crecimiento relativo del quinto cuarto y de los tejidos y piezas de la canal. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. 9 (2): 95-108.
- HULL, D.; HARDMAN, M.J. (1970). *Brown Adipose Tissue*. (LINDBERG, O., ed.) Elsevier Publishing Co., New York. pp. 97-115.

- HUXLEY, L. (1932). *Problems of relative growth*. Methuen. London
- INGLE, D.L.; BAUMAN, D.E.; GARRIGUS, U.S. (1972). Lipogenesis in the ruminant: in vitro site of fatty acid synthesis in sheep. *J. Nutr.*, 102: 617-624.
- INTERBEV (1992). Etude des conséquences "viande" du problème des carcasses de agneaux à gras "mous" et/ou "colorés". *Rapport d'Etude. Institut de L'Elevage*.
- I.U.P.A.C. - I.U.B. Commission in Biochemical Nomenclature (1967). The nomenclature of lipids. *Biochem. J.*, 105: 897.
- JACKSON, H.D.; WINKLER, W.W. (1970). Effects of starvation on fatty acid composition of adipose tissue and plasma lipids of sheep. *J. Nutr.*, 100: 201-207.
- JACOBS, J.A. (1970). *The effects of sex, weight and stress on carcass composition, fatty acid variability and organoleptic evaluation of lamb*. Ph. D. Thesis, University of Wyoming, Laramie.
- JENKINS T.C.; GIMENEZ, T.; CROSS, D.L. (1989). Influence of phospholipids on ruminal fermentation in vitro on nutrient digestion and serum lipids in sheep. *J. Anim. Sci.*, 67: 529.
- JENKINS T.C. (1990). Fatty acid digestion and phospholipid flow to the duodenum of sheep fed lecithin. *FASEB, J.*, 4: A384 (Abstr.).
- JIANG, J.; BJOERCK, L.; FONDEN, R.; EMANUELSON, M. (1996). *J. Dairy Sci.*, 79: 438.
- JOHNSON, D.E.; REID, J.T.; BULL, L.S.; ROBB, J. (1973). *Observations on the efficient utilization of acetic acid above maintenance by sheep*. En: Energy Metabolism of Farm Animals. (Ed. Menke, K.H.; Lantzsich, H.J.; Reich, J.R.), Dokumentationsstelle, Universität Hohenheim, Germany, pp. 43-46.
- JONES, S.D.M.; PRICE, M.A.; BERG, R.T. (1981). Accumulation of lipid in rib cuts from bull and heifer carcasses of two breeds. *Can. J. Anim. Sci.*, 61 (1): 23-26.
- JONES, S.D.M. (1982). The accumulation and distribution of fat in ewe and ram lambs. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 381- 386.
- JONES, S.D.M.; BURGESS, T.D.; DUPCHAR, K. (1983). Effects of dietary energy intake and sex on carcass tissue and of fat growth in sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, 63(2): 304-314.
- JONES, D.K.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. (1990). The influence of sex-class, USDA yield grade and USDA quality grade on seam fat trim from the primals of beef carcasses. *J. Anim. Sci.*, 68: 1987-1991.
- JOSEPH, K.P.; FOOT, J.Z. (1990). Mobilisation of body fat reservas by ewes in early lactation. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18: 264-267.
- JOYCE, J.; RATTRAY, P.V. (1970). The intake and utilisation of milk and grass by lambs. *Proc. Soc. Anim. Prod.* 30: 94-105.
- JUDGE, M.D.; MARTIN, T.G.; OUTHOUSE, J.B. (1966). Prediction of carcass composition of ewe and wether lambs from carcass weights and measurements. *Department of Animal Sciences, Journal Paper n° 2586*.

Purdue University. Lafayette, Indiana.

- KE-SHUN, L. (1994). Preparation of fatty acid methyl esters for gas-chromatographic analysis of lipids in biological materials. *J.A.O.C.S.*, 71 (11): 1179-1187.
- KEENEY, M. (1970). *Physiology of Digestion and Metabolism in the ruminant*. (Ed. Phillipson, A.T.), Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, pp. 489-503.
- KEMP, J.D.; CROUSE, J.D.; DEWEESE, W.; MOODY, W.G. (1970). Effect of slaughter weight and castration on carcass characteristics of lambs. *J. Anim. Sci.*, 30: 348-354.
- KEMP, J.D.; MAHYUDDIN, M.; ELY, D.G.; FOX, J.D.; MOODY, W.G. (1981). Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. *J. Anim. Sci.*, 51: 321-330.
- KEMP, P.; LANDER, D.J. (1984). *Br. J. Nutr.*, 52: 171.
- KEMPSTER, A.J.; AVIS, P.R.D.; CUTHBERTSON, A.; HARRINGTON, G. (1976a). Prediction of the lean content of lamb carcasses of different breed types. *J. Agric. Sci., Camb.*, 86: 23-34.
- KEMPSTER, A.J.; AVIS, P.R.D.; SMITH, R.J. (1976b). Fat distribution in steer carcasses of different breeds and crosses. 2. Distribution between joints. *Anim. Prod.*, 23: 223-232.
- KEMPSTER, A.J.; CUTHBERTSON, A. (1977a). A survey of the carcass characteristics of the main types of British lamb. *Anim. Prod.*, 25: 165-179.
- KEMPSTER, A.J.; CUTHBERTSON, A.; JONES, D.W. (1977b). Bone weight distribution in steer carcasses of different breeds and crosses, and the prediction of bone content from bone content in joints. *J. Agric. Sci., Camb.*, 89: 675-682.
- KEMPSTER, A.J.; EVANS, D.G. (1979). The effects of genotype, sex and feeding regimen on pig carcass development. 2. Tissue weight, distribution and fat partition between depots. *J. Agric. Sci., Camb.*, 93: 349-358.
- KEMPSTER, A. J. (1981). Fat partitioning and distribution in the carcasses of cattle, sheep and pigs: a review. *Meat Sci.*, 5: 83-98.
- KEMPSTER, A. J.; CROSTON, D.; JONES, D.W. (1981). Value of conformation as an indicator of sheep carcass composition within and between breeds. *Anim. Prod.*, 33: 39-49.
- KEMPSTER, A.J.; CUTHBERTSON, A.; HARRINGTON, G. (1982). *Carcass Evaluation in Livestock Breeding, Production and Marketing*. Granada Publishing. Granada, London and New York, 306 pp.
- KEMPTER, A.J.; COOK, G.L.; SOUTHGATE, J.R. (1982a). A comparison of the progeny of British Friesian dams and different sire breeds in 16 and 24 month beef and production systems. 2. Carcass characteristics and rate and efficiency of meat gain. *Anim. Prod.*, 34: 167-178.
- KEMPSTER, A.J.; CROSTON, D.; GUY, D.R.; JONES, D.W. (1987). Growth and carcass characteristics of

- crossbred lambs by the sire breeds, compared at the same estimated carcass subcutaneous fat proportion. *Anim. Prod.*, 44: 83-98.
- KEYS, A.; ANDERSON, J.T.; GRANDE, F. (1965). Serum cholesterol response to changes in the diet. IV. Particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism*, 14: 776-787.
- KEYS, A.; MENOTTI, A.; KARVONEN, M.J.; ARAVANIS, C.; BLACKBURN, H.; BUZINA, R.; DJORDJEVIC, B.S.; DONTAS, A.S.; FIANZA, F.; KEYS, M.H.; KROMHOUT, D.; NEDELJKOVIC, S.; PUNSAR, S.; SECCARECCIA, F.; TOSHIMA, H. (1986). The diet and 15-year death rate in the seven Countries Study. *Ann. J. Epidemiol.*, 124: 903-15.
- KINSELLA, J.E. (1988). Food lipids and fatty acids: Importance in food quality, nutrition and health, *Food Technol.*, 42: 124-145.
- KIRTON, A.H.; BARTON, R.A. (1962). Study of some indices of the chemical composition of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 21: 553-557.
- KIRTON, A.H.; CRANE, B.; PATERSON, D.J.; CLARE, N.T. (1975). Yellow fat in lambs caused by carotenoid pigmentation. *N. Z. J. Agric. Res.*, 18: 267-272.
- KIRTON, A.H. (1976). Effect of preweaning plane of nutrition on subsequent growth and carcass quality of lambs. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.*, 30: 106-115.
- KIRTON, A.H.; JOHNSON, D.I. (1979). Interrelationship between GR and other lamb carcass fatness measurements. *39<sup>th</sup> Annual Conference of N.Z. Soc. Anim. Prod.*, 12 pp.
- KIRTON, A.H. (1982). *Carcass and meat qualities*. In: Sheep and Goat Production, (Ed. Coop, I.E.), World Animal Science. C. Production-System Approach. NEIMANN-SØRENSEN, A.; TRIBE, D.E. (eds.) Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp. 259-274.
- KIRTON, A.H.; CLARKE, J.N.; HICKEY, S.M. (1982). A comparison of the composition and carcass quality of Kelly and Russian castrate, ram, wether and ewe lambs. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, 42: 117-118.
- KIRTON, A.H.; MERCER, G.J.K.; DUGANICH, D.M. (1992). A comparison between subjective and objective (carcass weight plus GR or the Hennessy Grading Probe) methods for classifying lamb carcasses. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, 52: 41-43.
- KNIGHT, A.D.; FOOTE, W.C. (1965). Influence of breed-type, feed level and sex on lamb carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 24: 786-789.
- KRAUSE, B.R.; HARTMAN, A.D. (1984). *J. Lipid Res.*, 25: 97-110.
- KRIS-ETHERTON, P.M.; ETHERTON, T.D. (1982). The role of lipogenesis in lipid metabolism of meat animals. *J. Anim. Sci.*, 55: 804-817.
- KRITCHEVSKY, D. (1988). Effects of triglycerides structure on lipid metabolism. *Nutr. Rev.*, 46: 177.
- KUHNE, D.; FREUDENREICH, P.; RISTIC, M.; SCEPER, J. (1985). Fett säu remusier verschiedeser Tierarten,

- Fleisch Wirtschaft, 65 (2): 201-204.
- LABUSSIÈRE, J. (1976). *Physiologie de la lactation et problèmes posés par la traite*. Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza. Cours Superior de Prod. Anim. Zaragoza.
- LAMBUTH, T.R.; KEMP, J.D.; GLIMP, H.A. (1970). Effect of rate of gain and slaughter weight on lamb carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 30: 27-35.
- LANDS, W.E.M. (1987). Polyunsaturated fatty acids and eicosanoids. *Am. Oli. Chem. Soc.*, Champaign, Ill.
- LANGLANDS, J.P.; CORBETT, J.L.; Mc DONALD, I.; PULLAR, J.D. (1963). Estimates of the energy required for maintenancy by adult sheep. *Anim. Prod.*, 5: 11-16.
- LANGLANDS, J.P.; DONALD, G.E. (1975). The intake and growth rates of grazing border Leicester x Merino lambs weaned at 21, 49 and 77 days. *Anim. Prod.* 21: 175-181.
- LANZA, A.; LANZA, E.; SCERRA, V.; PENISI, P. (1979). Effectti dell' incrocio Merino Landshaff x Comisana sulla produzione di carne ovina-1 Produzione dell'agnello da latte ad allattamento naturale. *Zootecnica Nutrizione Animale*, 5: 585-594.
- LAZARUS, C.R.; DENG, J.C.; WATSON, C.M. (1977). Changes in the concentration of fatty acids from the non-polar phospho- and glycolipids during storage of intact lamb muscles. *J. Food Sci.*, 42 (1): 102-107.
- LEAT, W.M.F. (1966). *Biochem. J.*, 98: 598-603.
- LEAT, W.M.F. (1974). *The control of fat absorption deposition and mobilisation in farm animals*. En: Meat animals: Growth and Productivity. (Ed: Lister, D.; Rhodes, D.N.; Fowler, V.R.; Fuller, M.F.), Plenum Press, New York, pp. 177.
- LEAT, W.M.F. (1975). Fatty acid composition of adipose tissue of Jersey cattle during growth and development. *J. Agric. Sci.*, 85: 551-558.
- LEAT, W.M.F. (1976). *The control of fat absorption deposition and metabolism in farm animals*. In: Meat Animals: Growth and Productivity (Ed. Lister, D.; Rhodes, D.N.; Fowler, V.R.; Fuller, M.F.), Plenum Press, New York. pp. 177-193.
- LEAT, W.M.F. (1977). Depot fatty acids of Aberdeen Angus and Friesian cattle reared on hay and barley diets. *J. Agric. Sci. Camb.*, 89 (3): 575-582.
- LEAT, W.M.F., COX, R.W. (1980). *Fundamental aspects of adipose tissue growth*. In: Growing in Animals, (Ed. Lawrence, T.L.J.), Butterworths, London, pp. 137-174.
- LEAT, W.M.F.; CUTHBERTSON, A.; HOWARD, A.N.; GRESHAN, G.A. (1964). Studies on pigs reared on semi-synthetic diets containing no fat, beef tallow and maize oil: composition of carcass and fatty acid composition of various depot fats. *J. Agri. Sci.*, 63: 311-317.
- LEHNINGER, A.L. (1987). *Lípidos, lipoproteínas y membranas*. En: Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular. (Ed. Omega), Barcelona. pp.

- LEROY, S.P.; ECKLES, C.H. (1914). Carotin. The principal natural yellow pigment of milk fat: it's relations to plant carotin and the carotin of the body fat, corpus luteum and blood serum. *J. Biol. Chem.*, 17: 223-236.
- L'ESTRANGE, J.L. (1980). Some breed effect on the melting point and fatty acid composition of carcass fat in lambs. *J. Agric. Sci.* - UK, 95(1): 73-76.
- L'ESTRANGE, J.L.; MULVIHILL, T.A. (1975). A survey of fat characteristics of lamb with particular reference to the soft fat condition in intensively fed lambs. *J. Agric. Sci., Camb.*, 84: 281-290.
- LINK, B.A.; BRAY, R.W.; CASSENS, R.G.; KAUFFMAN, R.G. (1970). *J. Anim. Sci.*, 30: 6-9.
- LINSCHNEER, W.G.; VERGROESEN, A.J. (1988). *Lipid digestion and metabolism*. In: Modern Nutrition in Health and Disease, (Ed. Young, V., Shills, M.), Lea and Fediger, Philadelphia, pp. 72.
- LITTLE, D.A.; SANDLAND, R.L. (1975). *Aust. J. Agric. Res.*, 26: 363-374.
- LLORET, M<sup>a</sup> C.; MOLINA M. P.; SERRA, J.A.; TORRES, A (1993). Evolución de la composición de ácidos grasos de la leche de oveja de raza Manchega en el curso de la lactación. *ITEA, Vol Extra, Tomo I*, 18-23.
- LOHSE, C.L. (1971). Studies in the quantitative anatomy of Merino sheep. *Ph.D. Thesis*. University of Sydney. Sydney.
- LOHSE, C.L.; MOSS, F.P.; BUTTERFIELD, R.M. (1971). Growth patterns of muscles of Merino sheep from birth to 517 days. *Anim. Prod.*, 13, 117-126.
- LOHSE, C.L. (1973). The influence of sex on muscle growth in Merino sheep. *Growth*, 37: 177-187
- LÓPEZ, M. (1987). *Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal, ternasco y cordero de raza Lacha y estudio de su desarrollo*. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Tesis Doctoral.
- LOUGH, D.S.; SOLOMON, M.B.; RUMSEY, T.S.; ELSASSER, T.H.; SLYTER, L.L.; KAHL, S.; LYNCH, G.P. (1992). Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 70: 1153-1158.
- LUQUET, F.M. (1991). La leche: de la mama a la lechería. Ed Acribia, Zaragoza, vol 1.
- MANN, N.J.; JOHNSON, L.G.; SINCLAIR, A.J. (1995). The effect of dietary arachidonic acid on eicosanoid production in humans. *Proc. Nutrition Soc. Australia*, 19: 51.
- MAPA (1997). *Anuario de Estadística Agraria*. Ministerio de agricultura Pesca y Alimentación. Subdirección General de Estadística y Análisis Sectorial. Servicio de Estadísticas Agrarias Madrid
- MARCHELLO, J.A.; CRAMER, D.A.; MILLER, L.G. (1967). Effect of ambient tempearture on certain ovine fat characteristics. *J. Anim. Sci.*, 26: 294-297.
- MARIA, G.; GABIÑA, D.; ARRANZ, J.; URARTE, E. (1991). Factores de variación y coeficientes de correlación de criterios de producción y composición de la leche en ovejas de raza Latza. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 6(3): 189-198.
- MARMER, W.N.; MAXWELL, R.J.; WILLIAMS, J.E. (1984). Effects of dietary regimen and tissue site on

- bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.*, 59: 109-121.
- MARSICO, G.; CIRUZZI, B.; VONGUIA, G.; PINTO, F.; VICENTI, A.; LAUDADIO, V.; RAGNI, M.; PAPALEO, C. (1995). Effetto dell'olio di cartamo sulle performance, sulla composizione chimica della carne e su quella acidica del grasso di agnelli di genotipo diverso. *Zoot. Nutr. Anim.*, 21: 345-357.
- MARTIN, A.H.; FREDEEN, H.T.; WEISS, G.M.; CARSON, R.B. (1972). Distribution and composition of porcine carcass fat. *J. Anim. Sci.*, 35: 534.
- McCLELLAND, T.H.; BONAITI, B.; TAYLOR, C.S. (1976). Breed differences in body composition of equally mature sheep. *Anim. Prod.*, 23: 281-193.
- McDONALD, I.W.; SCOTT, T.W. (1977). Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. *World Rev. Nutr. Diet.*, 26: 144-207.
- McNAMARA, J.P. (1991). Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. *J. Dairy Sci.*, 74: 706-719.
- MEAD, J.F.; ALFIN-SLATER, R.; HOWTON, D.; POPJACK, R. (1986). *Lipids: Chemistry, Biochemistry and Nutrition*, (Ed. Plenum Press), New York.
- MEDINA, S. (1985). *Catalogo de razas autóctonas Españolas. I. Especie Ovino y Caprino. Raza Talaverana*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 137-141 p.
- MELTON, S.L. (1983). *Food Technol.*, 37: 239.
- MENDIZABAL, J.A.; SORET, B.; HORCADA, A.; LIZASO, G.; MENDIZABAL, F.J.; ARANA, A.; PURROY, A. (1994). Efecto del sexo sobre el tamaño y número de adipocitos en corderos de raza Lacha. *XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*. Colección Estudios. Universidad de Castilla-La Mancha.
- MENDIZABAL, J.A.; SORET, B. (1997). Desarrollo del tejido graso en corderos en crecimiento. *Ovis*, 50: 59-74.
- MENDIZABAL, J.A.; SORET, B.; PURROY, A.; ARANA, A.; HORCADA, A. (1997). Influence of sex on cellularity and lipogenic enzymes of Spanish lamb breed (Lacha and Rasa Aragonesa). *Anim. Science*, 64: 283-289.
- MENSINK, R. P.; KATAN, M.B. (1992). Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A metaanalysis of 27 trials. *Arter. Thromb.*, 12: 911-919.
- MEPHAM, T.B. (1987). *Physiology of lactation*. Open University press, Philadelphia, P.A., 71-93 pp.
- MILLER, G.J.; VARNELL, T.R.; RICE, R.W. (1967). Fatty acid composition of certain ovine tissues as affected by maintenance level rations of roughage and concentrate. *J. Anim. Sci.*, 50: 249.
- MILLER, G.J.; KUNSMAN, J.E.; FIELD, R.A. (1980). Characteristics of soft subcutaneous fat in ram lambs fed corn and corn silage diets. *J. Food Sci.*, 45: 279.



- MILLER, G.J.; FIELD, R.A.; RILLEY, M-L.; WILLIAMS, J.C. (1986). Lipids in wild ruminant animals and steers. *J. Food Qual.*, 9: 331-343.
- MITCHELL, P.H. (1964). *A textbook of Biochemistry*. McGraw-Hill, New York.
- MOLENAT, G.; THERIEZ, M. (1973). Influence du monde délevage sur la qualité de la carcasse de l'agneau de bergerie. *Ann. Zootech.* 22: 279-293.
- MOLINA, M<sup>a</sup>.P. (1987). Composición y factores de variación de la leche de oveja de Raza Manchega. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. 219 pp.
- MOORE, J.H.; NOBLE, R.C. (1975). *Fetal and neonatal lipid metabolism*. En: Digestion and Metabolism in the ruminant. (Ed: I.W. McDonald y A.C.I. Warner). Univ. of New England Press, Armidale.
- MOORE, J.H.; CHRISTIE, W.W. (1984). *Digestion, absorption and transport of fats in ruminant animals*. En: Fats in Animal Nutrition. (Ed. J. Wiseman), Butterworths, London. 123-149 pp.
- MORGAN, J.H.L.; EVERITT, G.L. (1969). Yellow fat colour in cattle. *N.Z.J. Agric. Sci.*, 4: 10-18.
- MORGAN, J.A.; OWEN, J.B. (1972). The nutrition of artificially reared lambs. 1. The effect of different feeding methods applied at three stages of growth. *Anim. Prod.*, 15: 285-292.
- MORGAN, J.A.; OWEN, J.B. (1973). The nutrition of artificially reared lambs. 3. The effect of sex on the performance and carcass composition of lambs subjected to different nutritional treatments. *Anim. Prod.*, 16: 49-57.
- MORRISON, W.R.; SMITH, L. M. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-metanol. *J. Lipid Res.*, 5: 600-608.
- MOUROT, J.; KOUBA, M.; PEINIAU, P. (1995). Comparative study of in vitro lipogenesis in various adipose tissues in the growing domestic pig (*Sus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 111 B: 379.
- MURRAY, D.M.; SLEZACEK, O. (1976). Growth rate and its effect on empty body weight, carcass weight and dissected carcass composition of sheep. *J. Agric. Sci., Camb.*, 87: 171-179.
- NAS/NRC (1988). *Designing Foods: Animal Product Portions in the Marketplace*. Board on Agricultural, Natl. Acad. of Sciences, Natl. Res. Council. National Academy Press, Washington, D.C.
- NECHAD, M.; KUUSELA, P.; CARNEHEIM, C.; BJORNTORP, P.; NEDEGAARD, J.; CANNON, B. (1983). *Exp. Cell. Res.*, 149: 105-118.
- NICHOLLS, D.G. (1979). *Biochim. Biophys. Acta*, 549: 1-29.
- NICHOLLS, D.G.; CUNNINGHAM, S.; WIESINGER, H. (1986). *Biochem. Soc. Trans.*, 14: 223-225.
- NIH (1984). *NIH consensus development statement on lowering blood cholesterol to prevent heart disease*, Vol.5, N<sup>o</sup> 7, Natl. Ints. of Halth, Bethesda, Md.
- NOBLE, J.H. (1971). *J. Sci. Fd. Agric.*, 22: 616-619.
- NOBLE, R.C.; STEELE, W.; MOORE, J.H. (1970). The composition of ewe's milk fat during early and late

- lactation. *J. Dairy Res.*, 37: 297-301.
- NOBLE, R.C. (1981). *Digestion, absorption and transport of lipids in ruminant animals*. En: *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. (Ed: W.W. Christie), Pergamon Press, Oxford, pp. 57-94.
- NOBLE, R.C.; CHRISTIE, W.W.; MOORE, J.H. (1971). Diet and the lipid composition of adipose tissue in the young lamb. *J. Sci. Fd. Agric.*, 22 (12): 616-619.
- NOBLE, R.C.; STEELE, W.; MOORE, J.H. (1971a). Diet and the fatty acids in the plasma of lambs during the first eight days after birth. *Lipids*, 6: 26-34.
- NOBLE, R.C.; STEELE, W.; MOORE, J.H. (1972). The metabolism of linoleic acid by the young lamb. *Brit. J. Nutr.*, 27: 503-508.
- NOBLE, R.C.; MOORE, J.H.; HARFOOT, C.G. (1974). Observations on the pattern on biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. *Brit. J. Nutr.*, 31: 99-108.
- NOUGUÈS, J.; VÉZINHET, A. (1977). Evolution, pendant la croissance, de la cellularité du tissu adipeux chez le lapin et l'agneau. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17(5B): 799-806.
- NSA (National Sheep Association) (1987). *The natural sheep farm of Europe*. National Sheep Association, Great Malvern.
- OKEUDO, N.J.; MOSS, B.W.; CHESTNUTT, M.B. (1994). Effect of feeding a milk diet or concentrate plus hay diet on carcass and meat quality of lamb. *40<sup>th</sup> ICOMST. The Hague, The Netherlands*. S-IVA.38.
- OLLETA, J.L.; SIERRA, I.; SAÑUDO, C.; CEPERO, R. (1989). Comparación de la calidad de la canal y de la carne en los tipos cordero ternasco, cordero de cebo y pastenco en la agrupación racial Churra- Tensina. *ITEA vol. Extra*, 487-489.
- ORDOÑEZ, J.A.; DE LA HOZ, L. (1996). Efecto de la dieta en la composición lipídica de la carne y el pescado. *Alim. Nutri. Salud*, 3(3): 58-65.
- ØRSKOV, E.R.; FRASER, C.; GORDON, J.G. (1974). Effect of procedding of cereals on rumen fermentation, digestibility, rumination time and firmness of subcutaneous fat in lambs. *British J. Nutr.*, 32: 59-69.
- ØRSKOV, E.R.; DUNCAN, W.R.H.; CARNIE, C.A. (1974a). Cereal processing and food utilization by sheep. 3. The effect of replacing whole barley by whole oats in food utilizzazione and firmness and composition of subcutaneous fat. *Anim. Prod.*, 21: 51-58.
- ØRSKOV, E.R.; DUNCAN, W.R.; CARNIE, C.A. (1975). Cereal processing and food utilization by sheep. III. Effects of replacement whole barley by whole oats on food utilization and firmness and composition of subcutaneous fat. *Anim. Prod.*, 21: 51-59.
- OSORIO, J.; SIERRA, I.; SAÑUDO, C.; MARIA, G.; OSORIO, M.T. (1994). Estudio comparativo de la calidad de la canal en el tipo Ternasco según procedencia. *XXVIII Jornadas de la SEOC. Producción Ovina y Capina. Colección Estudios*: 629-638.

- OSTRANGER, J.; DUGAN, L.R. (1962). Some differences in composition of covering fat, intermuscular fat and intramuscular fat of meat animals. *J.A.O.C.S.*, 39: 178-181.
- PACHE, S.; AUROUSSEAU, B.; THERIEZ, M.; RENERRE, M. (1990). Les défauts de couleur du tissu adipeux sous-cutané des carcasses d'ovins. *INRA. Prod. Anim.*, 3(4): 275-285.
- PALANSKA, O.; OCHODNICKÁ, K.; NOSÁL, V.; ONDREJČKA, R. (1994). Zastúpenie Mastných Kyselín v musculus longissimus lumborum et thoracis jahniat. *Pol'nospodárstvo*, 40 (6): 463-471.
- PALMER, D.N.; HUSBAND, D.R.; WINTER, P.J.; BLUNT, J.W.; JOLLY, R.D. (1986). Ceroid lipofuscinosis in sheep. I. bis (monoacylglycer) phosphate, dolicol, ubiquinone, phospholipids, fatty acid and fluorescence in liver lipopigment lipids. *J. Biol. Chem.* 261, 1766-1772.
- PALMQUIST, D.L.; McCLURE, K.E.; PARKER, C.F. (1977). Effect of protected saturated or polyunsaturated fat fed to pregnant and lactating ewes on milk composition, lamb plasma fatty acid and growth. *J. Anim. Sci.*, 45(5): 1152-1159.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIE, A.D.; BARBANO, D.M. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 76: 1753-1771.
- PÁLSSON, H. (1940). Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crossed. III. Comparative development of selected individuals of different breeds and crosses as lambs and hoggets. *J. Agric. Sci. Camb.*, 30: 1-82.
- PÁLSSON, H. (1955). Conformation and body composition. En: *Progress in the Physiology of Farm Animals*, vol 2. HAMMOND, J. (ed.). Butterworths. Londres.
- PÁLSSON, H.; VERGÉS, J.B. (1952a). Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. I. The effects of high and low planes of nutrition at different ages. *J. Agric. Sci., Camb.*, 42: 1-92.
- PÁLSSON, H.; VERGÉS, J.B. (1952b). Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. II. Effects on lambs of 30 lb. carcass weight. *J. Agric. Sci., Camb.*, 42: 93-149.
- PARUELLE, J.L.; PAIN, J.M. (1982). Alimentation et qualités des graisses de dépôt des carcasses d'agneaux de bergerie. *Bull Tech UCAAB*, 1: 3-10.
- PEARSON, A.M. (1966). Desiderability of beef - its characteristics and their measurement. *J. Anim. Sci.*, 25: 843.
- PEARSON, A.M.; LOVE, J.D.; SHORLAND, F.B. (1977). "Warned-over" flavor in meat, poultry and fish. *Adv. Food Res.*, 23: 1.
- POTHOVEN, M.A.; BEITZ, D.C. (1973). Effect of adipose tissue site, animal weight and long-term fasting on lipogenesis in the bovine. *J. Nutr.*, 103: 468-475.
- PRACHE, S.; BECHET, G.; THERIEZ, M. (1990). Effects of concentrate supplementation and herbage

- allowance on the performance of grazing suckling lambs. *Grass and Forage Science*, 45: 423-429.
- PRESCOTT, J.H.D. (1982). *Crecimiento y desarrollo de los corderos*. En: C.A.B. (ed.) Manejo y enfermedades de las ovejas. Acribia. Barcelona.
- PRETOVA, I.; BANSKALIEVA, V.; DIMOV, V. (1994). Effect of feeding on distribution of fatty acids at Sn-2 position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. *Small Ruminant Res.*, 13: 263-267.
- PRUD'HON, M. (1976). La croissance globale de l'agneau: ses caractéristiques et ses lois. *2èmes Journées de la recherche ovine et caprine*. INRA-ITOVIC. París.
- PRUD'HON, M., REYNE, Y.; GARAMBOIS, X. (1972). Estimation de la composition corporelle d'agneaux Mérinos d'Arles abattus a des stades de croissance compris entre la naissance et un an. *Ann. Zootech.*, 21(2): 229-309.
- PURROY, A. (1982). Producción de leche de oveja. *Monografías INIA*, 36. 66 pp. Madrid.
- RAY, E.; KROMAN, R.; COSMA, E. (1975). Relationships between fatty acids composition of lamb fat and dietary ingredients. *J. Anim. Sci.*, 41: 1767-1774.
- REISER, R. (1975). *J. Nutr.*, 105: 15-16.
- REQUENA, R.; MOLINA, P.; FERNANDEZ, N.; RODRIGUEZ, M.; PERIS, C.; TORRES, A. (1997). Evolución a lo largo de la lactación sobre la composición media de la leche y el queso de ovejas de raza Manchega. *ITEA, Vol Extra*, 691-693.
- RHEE, K.S. (1992). *Fatty acids in meats and meats products*. En: *Fatty acids in food and their health implications* (ed. C.H. Chow), Nueva York, Marcel Dekker Inc.
- RICORDEAU, G.; BOCCARD, R. (1964). Relations entre la quantité de lait consommé par les agneaux et leur croissance. *Ann. Zootech.*, 10: 113-125.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y. (1974). Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins mâles à partir de la 11 ème côte. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix-Inra*, 15-27.
- ROBELIN, J.; THÉRIEZ, M.; ARNAL, M.; FERRARA, M. (1977). Évolution de la composition chimique des jeunes agneaux mâles jusqu'a l'âge de 16 semaines. *Ann. Zootech.*, 26: 69-81.
- ROBELIN, J.; THÉRIEZ, M. (1981). Fixation de protéines les ruminants: évolution en fonction du poids des animaux et variation selon la race, le sexe ou le niveau des apports alimenataires. *Reprod. Nutr. Dev.*, 21: 335-353.
- RODRIGUEZ, M. (1997). *Sistemas de producción en ovejas de ordeño de Raza Manchega*. Tesis Doctoral. Dpto. De Ciencia Animal, U.P. de Valencia. 268 pp.
- ROZIER, J.; FERRANDO, R.; CARLIER, V.; FOURLON, C. (1979). Nature des graisses jaunes chez le mouton. *Bull. Acad. Vét. de France*, 52: 545-552.
- RUIZ DE HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE V. (1994). Producción de carne en corderos de raza Manchega. IV. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales. *Revista de Investigación Agraria*.

*Producción y Sanidad Animal*. Vol 9 (2)

- SANCHEZ HERNANDO, F. (1952). Trabajos del II Congreso Internacional Veterinario de Ovinotecnia, Madrid. Fuente Matadero General SAICE de Talavera de la Reina.
- SANCHEZ, A.; SANCHEZ, M.C. (1986). *Razas Ovinas Españolas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SANDERS, T.A.B. (1988). Essential and trans-fatty acids in nutrition. *Nutr. Res. Rev.*, 1: 57-78.
- SAÑUDO, C.; SIERRA, I. (1986). Calidad de la canal en la especie ovina. *One Septiembre*: 127-153.
- SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; SIERRA, I.; MARIA, G.A.; OLLETA, J.L.; SANTOLARIA, P. (1997). Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science*, 46 (4): 357-365.
- SAÑUDO, C.; ENSER, M.; CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J.D. (1997a). Calidad de la grasa en canales de cordero Españolas y Británicas. Relaciones entre la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular y las características sensoriales de la carne para el gusto Español y Británico. *ITEA, vol extra*, 18 (II): 724-726.
- SAÑUDO, C.; SIERRA, I.; OLLETA, J.L.; MARTIN, L.; CAMPO, M.M.; SANTOLARIA, P.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R. (1998). Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Anim. Sci.*, 66: 175-187.
- SAUVANT, D.; BAS, P.; MORAND-FEHR, P. (1979). Production de chevreaux lourds: II. Influence du niveau d'ingestion de lait et du tissue adipeux. *Ann. Zootechn.* 28: 73-92.
- SCHMIDT, G.H. (1971). *Biología de la Lactación*. Editorial Acribia, Zaragoza. 225-238 p.
- SCHONFELD, G.; PATSCH, W.; RUDEL, L.L.; NELSON, M.E.; OLSON, R.E. (1982). Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma lipoproteins. *J. Clin. Invest.*, 69: 1072-1080.
- SCOTT, T.W.; COOK, L.J.; MILLS, S.C. (1971). Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. *J.A.O.C.S.*, 48: 358-364.
- SHAFRIR, E.; WERTHEIMER, E. (1965). In *Handbook of physiological Society*, Washington, Section 5, p.p. 417.
- SHAW, N. (1974). Lipid composition as a guide to the classification of bacteria. *Adv. Appl. Microbiol.*, 17: 63-108.
- SHORLAND, F.B. (1958). Comparative studies of meat. VI. Factors affecting the iodine number of fat from the fatty and muscular tissues of lamb. *J. Agric.*, 5: 361.
- SHORLAND, F.B. (1962). The comparative aspects of fatty acid occurrence and distribution. *Comp. Biochem.*, 3: 1.
- SHORLAND, F.B.; BODY, D.R.; GASS, J.P. (1966). *J. Sci. Fd. Agric.*, 20: 682-684.
- SIDHU, K.S.; EMERY, R.S.; PARR, A.F.; MERKEL, R.A. (1973). Fat mobilizing lipase in relation to fatness

- in lambs. *J. Anim. Sci.*, 36: 658-662.
- SIERRA, I.; SAÑUDO, C.; ALCALDE, M.J. (1992). Calidad de la canal en corderos ligeros del tipo ternasco. Canales españolas y de importación. *ITEA*, 88A(1): 88-94.
- SIMM, G. (1987). Carcass evaluation in sheep breeding programmes. En: *New Techniques in Sheep Production*. MARAI, I.F.M.; OWEN, J.B. (eds.). Butterworths. Londres.
- SINNETT-SMITH, P.A.; WOOLLIAMS, J.A. (1988). Genetic variations in subcutaneous adipose tissue metabolism in sheep. *Anim. Prod.*, 47: 263-270.
- SKLAN, D.; BUDOWSKI, P. (1974). *J. Dairy Sci.*, 57: 56-60.
- SMALLEY, R.L. (1970). En: *Brown Adipose Tissue*. (Ed. Lindberg, O.) Elsevier Publishing Co., New York. pp. 73-95.
- SMITH, D.R. (1993). Lipid composition of red meat and factors that influence risk for coronary heart disease. *Rev. Fac. Agron. (Luz)*, 10(1): 35-41.
- SMITH, S.B.; CROUSE, J.D. (1984). Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *J. Nutr.*, 14: 792-800.
- SMITH, S.B.; JENKINS, T.; PRIOR, R.L. (1987). Carcass composition and adipose tissue metabolism in growing sheep. *J. Anim. Sci.*, 65: 1525-1530.
- SNOWDER, G.D.; GLIMP, H.A. (1991). Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. *J. Anim. Sci.*, 69: 923-930.
- SNOWDER, G.D.; GLIMP, H.A.; FIELD, R.A. (1994). Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci.*, 72(4): 932-937.
- SOLOMON, M.B.; KEMO, J.D.; MOODY, W.G.; ELY, D.G.; FOX, J.D. (1980). Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 51 (5): 1102-1107.
- SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P.; BERRY, B.W. (1986). Influence of animal diet and carcass electrical stimulation on the quality of meat from youthful ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 62: 139.
- SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P. (1988). Biochemical, histochemical and palatability characteristics of young ram lambs as affected by diet and electrical stimulation. *J. Anim. Sci.*, 66: 1955-1962.
- SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P.; ONO, K.; PARCZAY, E. (1989). *Proceeding 38th International Congress Meat Science and Technology*, 2: 53.
- SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P.; ONO, K.; PAROCZAY, E. (1990). Lipid composition of muscle and adipose tissue from crossbred ram, wether and cryptorchid lambs. *J. Anim. Sci.*, 68: 137-142.
- SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P.; LOUGH, D.S. (1992). Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and

- ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 70: 2746-2751.
- STARKE, J.S.; JOUBERT, D.M. (1961). A score card for lamb and mutton carcasses. *J. Agric. Sci., Camb.*, 57: 319-323.
- STATISTICA (1993). Statistica for Windows. Release 4.0 B. Stalseft, Inc.
- STOKES, G.B.; WALKER, D.M. (1970). The nutritive value of fat in the diet of the milk-fed lamb. II. The effect of different dietary fats on the composition of body fats. *Br. J. Nutr.* 24: 435-440.
- SUCH, X. (1990). Factores condicionantes de la actitud al ordeño mecánico de ovejas de raza Manchega. Estudio de la simplificación de la rutina y las características de la maquina de ordeño. *Tesis Doctoral*. Univ. Autónoma de barcelona. 273 pp.
- SULLY, R.J.; MORGAN, J.H.L. (1982). The influence of feeding level and type of feed on the carcasses of steers. *Aust. J. Agric. Res.*, 33: 721-729.
- SUKHIJA, P.S.; PALMQUIST, D.L. (1990). Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluids. *J. Dairy Sci.*, 73: 1784-1787.
- SYMONDS, M.E.; LOMAX, M.A. (1992). Maternal and environmental influences on thermoregulation in the neonate. *Proc. Nutr. Soc.*, 51: 165-172.
- SYMONDS, M.E.; BRYANT, M.J.; CLARKE, L.; DARBY, C.J.; GATE, J.J.; LOMAX, M.A. (1992). Effect of maternal cold exposure on brown adipose tissue and thermogenesis in the neonatal lamb. *J. Physiol.*, London, 455: 487-502.
- TAYLOR, St.C.S. (1985). Use of genetic size-scaling in evaluation of animal growth. *J. Anim. Sci.*, 61, Suppl. 2: 118-143.
- TEJÓN, D.; DE la FUENTE, J.; LÓPEZ, C.; JIMENO, R. (1996). Desarrollo digestivo y composición de la grasa en corderos alimentados con lactancia natural y artificial. *XXII Jornadas de la SEOE*. Logroño.
- TERREL, R.N.; SUESS, G.G.; CASSENS, R.G.; BRAY, R.W. (1968). Broiling sex and interrelationships with carcass and growth characteristics and their effect on the neutral and phospholipid fatty acids of the bovine longissimus dorsi. *J. Food Sci.*, 33: 562-565.
- TERROINE, E.F. (1920). Contribution à la connaissance de la physiologie des substances grasses et lipidiques. *Ann. Sci. Nat., Zool. Biol. Anim.* (10), 4: 5.
- THERIÉZ, M.; MOLENAT, G. (1972). Influence de la nature et du taux d'incorporation de la matière grasse dans les aliments d'aillement pour agneux sur la vitesse de croissance et la qualité de la carcasse. Proceed. II<sup>nd</sup> Intern. milk replaces. *Symp. N.R.A. Edit*, 53-62.
- THERIÉZ, M.; TISSIER, M.; ROBÉLIN, J. (1981). The chemical composition of the intensively fed lamb. *Anim. Prod.*, 32: 29-37.
- THOMPSON, J.M.; ATKINS, K.D.; GILMOUR, A.R. (1979a). Carcass characteristics of heavyweight crossbred

- lambs. II. Carcass composition and partitioning of fat. *Aust. J. Agric. Res.*, 30: 1207-1214.
- THOMPSON, J.M.; ATKINS, K.D.; GILMOUR, A.R. (1979b). Carcass characteristics of heavyweight crossbred lambs. III. Distribution of subcutaneous fat, intermuscular fat, muscle and bone in the carcass. *Aust. J. Agric. Res.*, 30: 1215-1221.
- THOMPSON, J.M.; BUTTERFIELD, R.M.; PERRY, D. (1985). Food intake, growth and body composition in Australian Merino sheep selected for high and low weaning weight. 2. Chemical and dissectible body composition. *Anim. Prod.*, 40: 71-84.
- THOMPSON, J.M.; BUTTERFIELD, R.M. (1987). Food intake, growth and body composition in Australian Merino sheep selected for high and low weaning weight. *Anim. Prod.* 45: 49-60.
- THOS, J.; REVILLA, R.; SIERRA, I. (1980). Calidad de la canal y rendimiento al despiece del cruce Fleischschaf x Rasa Aragonesa. *Trabajos del Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro*, nº 52. Zaragoza.
- TICHENOR, D.A.; KEMP, J.D.; FOX, J.D.; MOODY, W.G.; DEWEESE, W. (1970). Effect of slaughter weight and castration on ovine adipose fatty acids. *J. Anim. Sci.*, 31: 671-675.
- TIMON, V.M.; BICHARD, M. (1965). Quantitative estimates of lamb carcass composition. III. Carcass measurement and a comparison of the predictive efficiency of sample joint composition, carcass, specific gravity determinations and carcass measurements. *Anim. Prod.*, 7: 189-201.
- TOPCHIEV, A.V.; ZAVGORODNII, S.V.; PAUSHKIN, Y.M. (1959). *Boron Fluoride and its compounds as catalysts in organic chemistry*. International Series of Monographs on Organic Chemistry, vol. 2., (Ed. Pergamon Press), New York, pp. 64-68.
- TOR, M. (1997). *Caracterització del teixit adipós en xais amb denominació específica Ternasco de Aragón. Variacions segons la raça i la qualitat de la canal*. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida. 146 pp.
- TOURAILLE, C.; RICARD, F.H.; KOPP, J.; VALIN, C.; LECLERQ, B. (1981). Qualité du pulet. 2. Evolution en fonction de l'âge des caractéristiques physico chimiques et organoleptiques des viandes. *Arch. Geflügelk*, 45 (3): 97-104.
- TOVE, S.B.; MOCHRIE, R.D. (1963). Effect of dietary and injected fat on the fatty acid composition of bovine depot fat and milk fat. *J. Dairy Sci.*, 46: 686-689.
- TREACHER, T.T. (1985). Dairy Sheep Production. Proceedings of the conference: Milk production in developing countries. University of Edinburgh centre for Tropical Veterinary Medicine. Edinburgh (U.K), 388-402.
- TRUSCOTT, T.G.; WOOD, J.D.; MACFIE, H.J.H. (1983). Fat deposition in Hereford and Friesian Steers. I. Body composition and partitioning of fat between depots. *J. Agric. Sci.*, 25: 165-179.
- TULLOH, N.M. (1963). *The carcase compositions of sheep, cattle and pigs as functions of body weight*. En el simposio: "Carcase Composition and Appraisal of Meat Animals". TRIBE, D.E. (ed.). CSIRO. Melbourne.



- TULLOH, N.M.; ROMBERG, B. (1963). Relation between carcass composition and liveweight of sheep. *Nature*, 200: 438.
- USA, Council for Agricultural Science and Technology. (1991). Composition of fat in red meat animals and fish. *Task-Force-Report, Council for Agricultural Science and Technology*, 118: 26-35.
- VAN QUAECKEBEKE, E.; CAZES, J.P.; VALLADE, C. (1978). Alimentation et qualité des gras. In: *Alimentation de la brebis et de la chèvre. 4<sup>o</sup> Journée de la recherche ovine et caprine. INRA-ITOVIC, SPEOC, Paris*, 295-311.
- VALIN, C.; PALANSKA, O.; GOTEFONGEA, R. (1975). Etude de la qualité des viandes de bovin. I- Etude biochimique de la maturation des viandes de taurillon. *Annales Techniques Agricoles*, 24: 47-64.
- VALLS, M. (1979). Contribución al estudio del ovino Gallego. I. Características de formato y componentes de la productividad numérica. *An. INIA, Ser.: Prod. Anim.*, 10: 61-76.
- VALLS, M. (1980). Contribución al estudio del ovino Gallego. II. Características del crecimiento y de la canal de los corderos. *An. INIA, Ser.: Prod. Anim.*, 11: 17-29.
- VERGARA, H.; GALLEGU, L.; MOLINA, A. (1993). Producción de carne de raza Manchega. I. Rendimientos de la canal y componentes del quinto cuarto. *XXVIII Jornadas de la SEOE*. Albacete. Producción Ovina y Caprina. Colección Estudios, 645-650 pp.
- VERNON, R.G. (1980). Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog. Lipid Res.*, 19: 23-106.
- VERNON, R.G.; FINLEY, E.; TAYLOR, E.; FLINT, D.J. (1985a). Fatty acid synthesis from amino acids in sheep adipose tissue. *Comp. Biochem. Physiol.*, 82 B: 133-136.
- VERNON, R.G.; FINLEY, E.; TAYLOR, E.; FLINT, D.J. (1985b). Insulin binding and action on bovine adipocytes. *Endocrinology*, 116: 1195-9.
- VERNON, R.G. (1986). *The growth and metabolism of adipocytes*. En: *Control and Manipulation of Animal Growth*. (Ed. Buttery, P.J.; Hayne, N.B.; Lindsay, D.B.), Butterworths, London. pp. 67-83.
- VERNON, R.G.; TAYLOR, E. (1986). Acetyl-CoA carboxylase of sheep adipose tissue: Problems of the assay and adaptation during fetal development. *J. Anim. Sci.*, 63: 1119-1125.
- VÉZINHET, A.; PRUDHON, M. (1975). Evolution of various adipose deposits in growing rabbits and sheep. *Anim. Prod.*, 20: 363-370.
- VIVIANI, R. (1970). *Metabolism of long-chain fatty acids in the rumen*. En: *Advances in Lipid Research* (Ed. Academy Press), New York. pp. 267-346.
- VIVIANI, R.; BORGATTI, A.R. (1967). *Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 21: 254-259.
- WANGEN, R.M.; MARION, W.W.; HOTCHKISS, D.K. (1971). Influence of age on total lipids and phospholipids of turkey muscle. *J. Food Sci.*, 36 (4): 560-562.

- WAHLE, K.W.J.; PATTERSON, S.M.; GARTON, G.A. (1978). Biosynthesis of branched-chain fatty acids by preparations from bovine adipose tissue. *Biochem. Soc. Trans.*, 6 (6): 1157-1158.
- WAHLE, K.W.J.; LIVESEY, C.T. (1985). *J. Sci. Fd. Agric.*, 36: 1227-1236.
- WHITTEMAN; WALTERS; MUSON (1966). (Citados por COLOMER-ROCHER; ESPEJO, 1973).
- WOLF, F. (1968). *Manuel d'analyse des corps gras*. Edité por Azoulay. Paris.
- WOLF, B.T.; SMITH, C.S.; SALES, D.I. (1980). Growth and carcass composition in the crossbred progeny of six terminal sire breeds of sheep. *Anim. Prod.*, 31: 307-313.
- WOOD, J.D.; MACFIE, H.J.H.; POMEROY, R.W.; TWINN, D.J. (1980). Carcass composition in four sheep breeds: The importance of type of breed and stage of maturity. *Anim. Prod.*, 30: 135-152.
- WOOD, J.D. (1982). Factors controlling fat deposition in meat animals. *Proceedings of the N.Z. Society of Animal Production*, 42: 113-116.
- WOOD, J.D. (1984). *Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals*. In: *Fats in Animal Nutrition*. (Ed: Wiseman, J.), Butterworths, London. pp: 407-435.
- WOOD, J.D.; ENSER, M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British J. Nutr.*, 78 (Suppl.1): S49-S60.
- WOOD, J.D.; MCFIE, H.J.H.; POMEROY, R.W.; TWINN, D.J. (1980). Carcass composition in four sheep breeds: the importance of type of breed and stage of maturity. *Anim. Prod.*, 30: 135-152.
- WOOD, J.D.; BROWN, S.N.; NUTE, G.R.; WHITTINGTON, F.M.; PERRY, A.M.; JOHSON, S.P.; ENSER, M. (1996). Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Sci.*, 44: 105-112.
- WOODWARD, R.R.; RICE, F.J.; QUENSBERRY, J.R.; HINER, R.L.; CLARK, R.T.; WILSON, F.S. (1960). Relationship between measures of performance, body form and carcass quality of beef cattle. *Montana Agr. Exp. Sta. Bull.*, 550.
- WOLF, B.T.; SMITH, C.; SALES, D.I. (1980). Growth and carcass composition in the crossbred progeny of six terminal sire breeds of sheep. *Anim. Prod.*, 31: 307-313.
- WYNN, P.C.; THWAITES, C.J. (1981). The relative growth and development of the carcass tissues of Merino and crossbred rams and wethers. *Aust. J. Agric. Res.*, 32(6): 947-956.
- WRIGHT, D.E.; PAYNE, E.; PYLE, C.; AITKEN, W.M.; KIRTON, A.H. (1977). Polysaturated fat in young ruminants. *Anim. Feed. Sci. Techn.*, 2: 93-100.
- YANG, Y.T.; WHITE, L.S.; MUIR, L.A. (1982). *Glucose metabolism and effect of acetate in ovine adipocytes*. *J. Anim. Sci.*, 55: 313-320.
- YOUNG, B.A.; CORBETT, J.L. (1972). Maintenance energy requirement of grazing sheep in relation to herbage availability. *Aust. J. Agric. Res.*, 23: 57-76.

- YU, S.; DERR, J.; ETHERTON, T.D.; JOHNSON, J.A.; DALLAL, G.E. (1995). *Am. J. Clin. Nutr.*, 61: 1129-1139.
- ZYGOYIANNIS, D.; STAMATARIS, C.; KATSAOUNIS, N. (1985). The melting point, iodine value, fatty acid composition and softness index of carcass fat in three different breeds of suckled lambs in Greece. *J. Agric. Sci., Camb.*, 104: 361-365.
- ZYGOYIANNIS, D.; KUFIDIS, D.; KATSAOUNIS, N.; PHILLIPS, P. (1992). Fatty acid composition of carcass fat of indigenous (*Capra prisca*) suckled Greek kids and milk of their does. *Small Ruminant Res.*, 8: 83-95.